



EBU – TECH 3325

Methods for the Measurement of the performance of Studio Monitors

Внимание!

- Данный перевод **НЕ** претендует на аутентичность и может содержать отдельные неточности.
- Оригинал этого документа находится по адресу: <http://www.ebu.ch>

Методы измерения характеристик студийных мониторов

Источник: P/Display
Статус: Заключительный отчет

Женева
Сентябрь 2008

Содержание

Введение	3
1. Процедуры	4
1.1 Условия измерений и меры предосторожности.....	4
1.1.1 Подходящие методы измерения	4
1.1.2 Спектрорадиометрия	5
1.1.3 Трехкомпонентный измеритель	6
1.1.4 Точки измерения	6
1.1.5 Условия измерения	6
1.1.6 Меры предосторожности в измерениях	7
1.2 Тестовые шаблоны	8
2. Измерения	9
2.1 Диапазон яркости	9
2.1.1 Уровень белого	9
2.1.2 Уровень сверхбелого	10
2.1.3 Уровень черного	10
2.2 Коэффициент контрастности	10
2.2.1 Одновременная контрастность	11
2.2.2 Полноэкранный контрастность	11
2.3 Функция электрооптической передачи (гамма)	12
2.3.1 Процедура измерений	12
2.3.2 Презентация результатов измерений	13
2.4 Воспроизведение шкалы серого	14
2.4.1 Условия измерений	14
2.4.2 Презентация результатов измерений.....	14
2.5 Цветовая гамма и цветовоспроизведение	15
2.5.1 Условия измерений.....	15
2.5.2 Презентация результатов измерений.....	16
2.6 Цветовая температура и однородность	19
2.6.1 Определение однородности	19
2.6.2 Условия измерений – цветовая температура	19
2.6.3 Презентация результатов измерений цветовой температуры	20
2.6.4 Процедура измерений: Однородность большой области яркости	20
2.7 Зависимость от угла просмотра	21
2.7.1 Условия измерений	21
2.7.2 Презентация результатов измерений.....	21
2.8 Артефакты движения	24
2.9 Разрешение экрана	24
2.10 Масштабирование изображения, устранение чересстрочности и забегание развертки	24
2.11 Время задержки	25
2.12 Мига (дефекты в ЖК панелях)	26
2.13 Тянущееся продолжение (также известно как перелив или тень)	26
2.14 Стабильность	26
2.15 Дефекты пикселей	26
2.16 Окантовка и обработка отрицательных и положительных выбросов	26
2.17 Обработка нелегальных сигналов	26
2.18 Память матрицы (долгое послеизображение)	27
2.19 Интерфейсы сигналов	27
2.20 Акустический шум	27
Ссылки	28
Приложение 1: Процедуры вычисления гаммы	29
Приложение 2: Процедуры вычисления цветности.....	30

Методы измерения характеристик студийных мониторов

Комитет EBU	Первый выпуск	Переработка	Переиздание
PMC	2008		

Ключевые слова: Профессиональный видеомонитор, Измерение характеристик

Введение

В этом документе описаны методы и процедуры измерений для видеомониторов, используемых в вещательной среде. Методы и процедуры измерений зависят от классификации видеомониторов и их области применения в телепроизводстве. Для определения и оценки характеристик телевизионного видеомонитора необходимо измерить или охарактеризовать следующие параметры:

Акустические помехи	Мига (дефекты в ЖК панелях)
Достижимая контрастность	Дефекты пикселей
Уровень черного	Окантовка и обработка положительных и отрицательных выбросов
Цветность светоизлучения основных цветов – красного (R), зеленого (G) и синего (B)	Разрешение экрана
Цветовая гамма	Размер экрана
Цветовая температура	Интерфейсы сигналов
Коэффициент контрастности	Стабильность
Время задержки	Тянущееся продолжение (также известно как перелив или тень)
Гамма-характеристики	Характеристики передачи (гамма)
Воспроизведение оттенков серого	Обработка нелегальных сигналов
Масштабирование изображения, устранение чересстрочности и растянутая развертка	Однородность
Память матрицы (долгое послеизображение)	Зависимость от угла просмотра
Диапазоны яркости	Однородность белого в области изображения
Артефакты движения	

Спецификация и допуски для основных цветов стандартной четкости EBU определены в документе EBU Tech 3213 [1]. ITU-R BT.709 [2] определяет основные цвета для единой мировой системы HDTV, но без допусков. EBU может определить допуски для основных цветов Rec.709, возможно, на основе работы BBC R&D (Roberts, BBC RD 1995/10 [3]. Основные цвета стандартной четкости SMPTE и допуски определены в SMPTE RP145-2004 [4].

Методы, описанные в данном документе, могут применяться в равной степени к традиционным телевизионным дисплеям с форматом изображения 4:3 или 16:9 и к дисплеям HDTV, ЭЛТ и матричным. Требования к ЭЛТ дисплеям отмечены по необходимости.

Внимание: *Некоторые тесты имеют вероятность повреждения тестируемого оборудования. Пользователям следует подтвердить согласие производителей на проведение этих тестов с их продуктами.*

Определения уровня сигнала:

«Пиковый белый» для 10-битного цифрового видеосигнала – 940 для цифрового уровня яркости и 512 для цифрового уровня цветности (т.е. R=G=B=940).

«Сверхбелый» (109% белый), 10-битный цифровой видеосигнал – 1019 для цифрового уровня яркости и 512 для цифрового уровня цветности (т.е. R=G=B=1019).

Уровень черного – уровень 10-битного цифрового сигнала 64 для яркости и 512 для цветности (т.е. R=G=B=64).

50% уровень сигнала определяется в 10-битном цифровом представлении как яркость 502, цветность 512 (или R=G=B=502). В 8-битном цифровом представлении 50% уровень сигнала имеет 126 для уровня яркости, согласно ITU-R BT.815 [5].

1. Процедуры

1.1 Условия измерений и меры предосторожности

Для измерения источника света разработан ряд методов. Достаточно выбрать подходящие методы, которые можно применить к определенным характеристикам видеомонитора, имеющему непостоянную светоотдачу из-за процесса развертки и характера спектральных и временных характеристик люминофора или другого источника света.

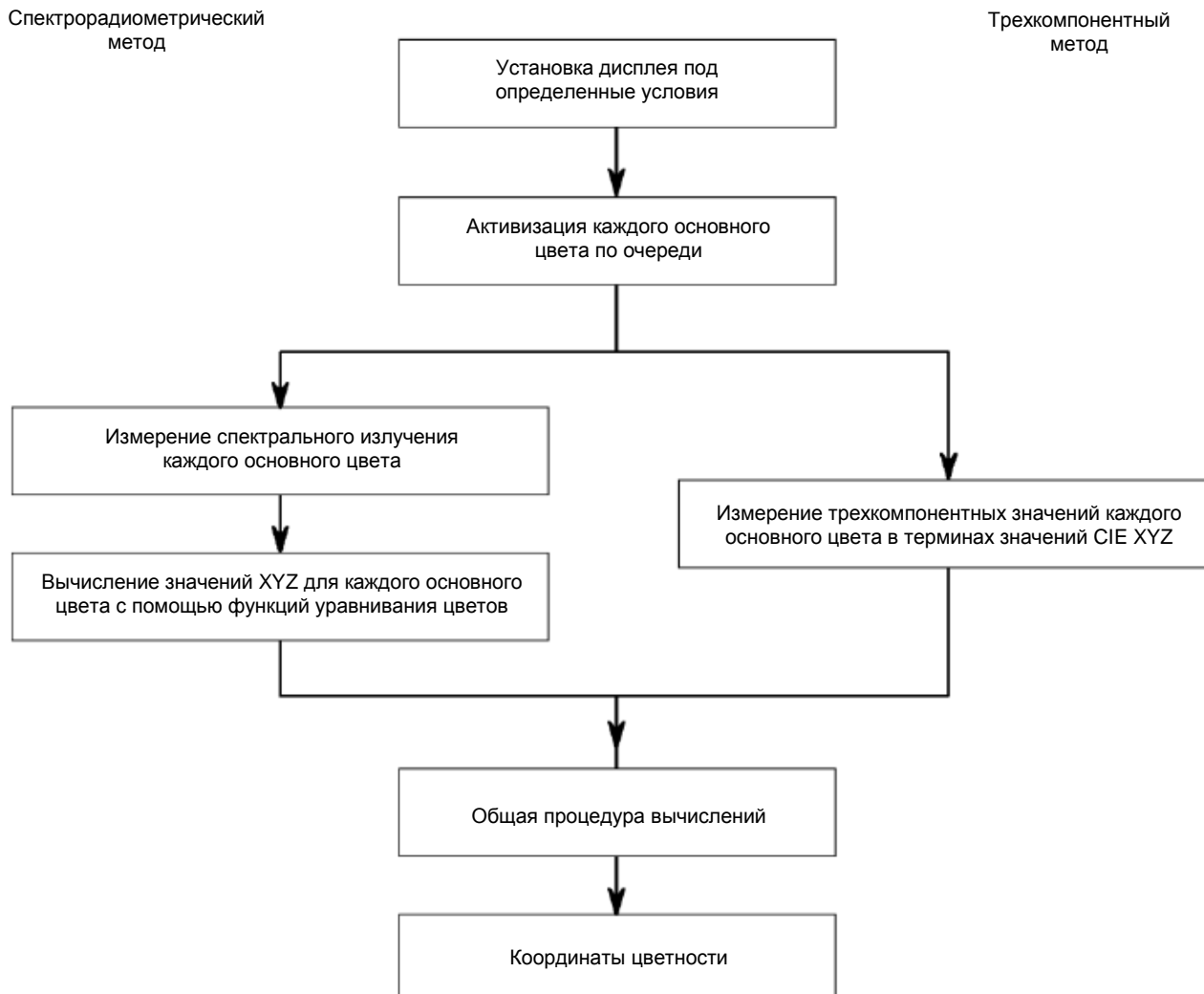


Рис. 1: Два метода измерения с общей процедурой вычислений.

Установлены два метода, дающие похожие результаты, спектрометрический метод и трехкомпонентный. На Рис. 1 показан процесс измерения и вычисления для обоих методов. Подробные процедуры измерения, вычисления и презентации приведены ниже.

1.1.1 Подходящие методы измерения

Все методы включают измерение по каждой длине волны (λ) световой энергии, идущей из монитора. Полученное таким образом спектральное распределение энергии (P_i) можно преобразовать в трехкомпонентные значения, умножив его по очереди на каждую из функций согласования цветов (x , y , z) и интегрируя результирующие кривые. Координаты цветности можно получить затем путем нормализации.

Функции согласования цветов, представляющие объем каждого основного цвета CIE XYZ, необходимый для согласования отдельных длин волн в тестируемом цвете, показаны на Рис. 2. Они являются результатами измерения цветового зрения наблюдателей Wright и других до 1931 г. и приняты CIE в качестве определения стандартного наблюдателя 2° CIE; т.е. уникально определены и обеспечивают единственную основу для системы объективного измерения.

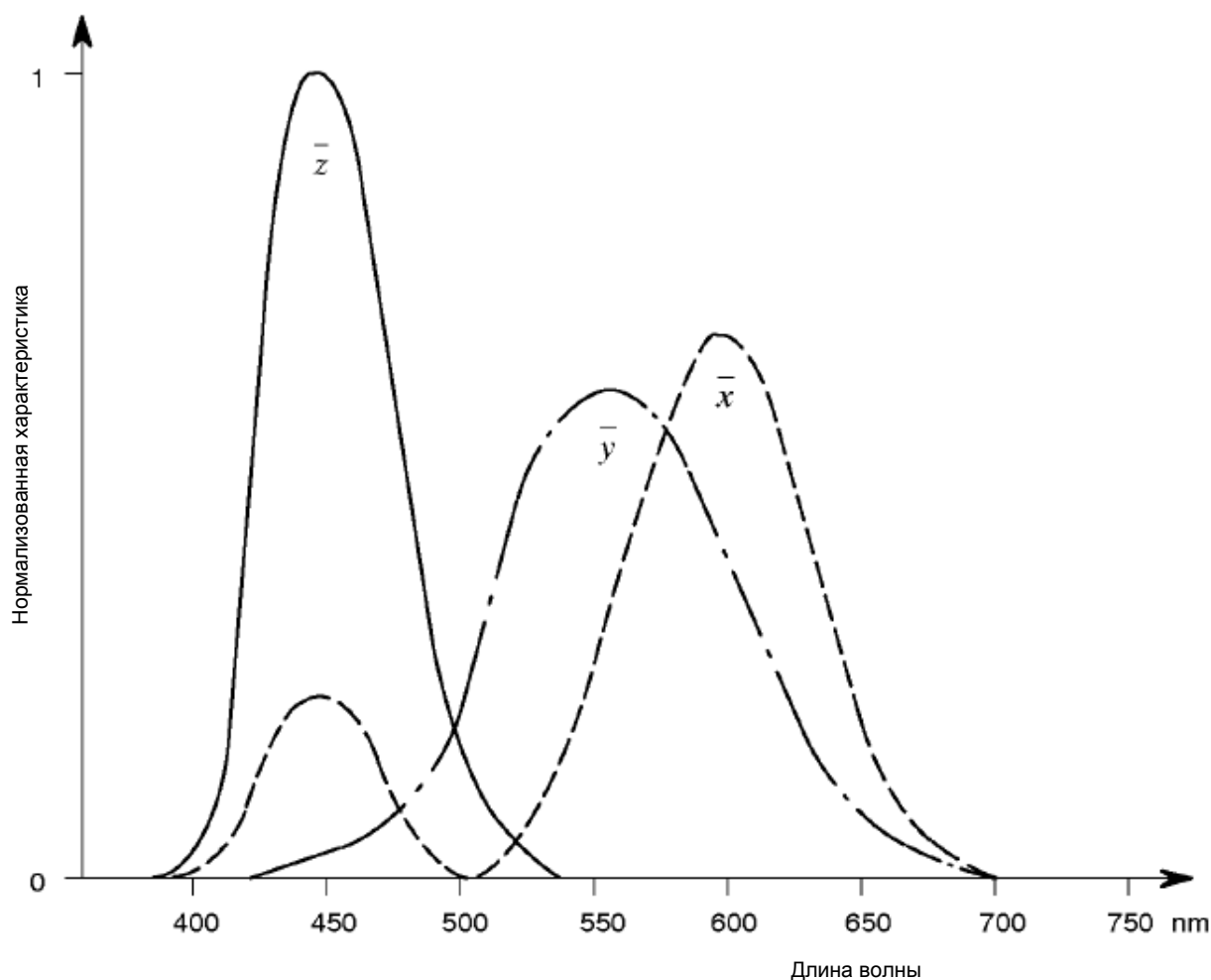


Рис. 2: Функции согласования цветов (стандартный наблюдатель 2° 1931).

Описывается два метода измерения; спектрометрический, где спектр измеряется по каждой длине волны, и трехкомпонентный, напрямую выводящий трехкомпонентные значения и координаты цветности. Последний метод использует трехкомпонентный измеритель, в котором суммарная световая энергия из монитора модифицируется с помощью фильтров, предназначенных для дублирования каждой функции согласования цветов, сразу давая трехкомпонентные значения.

1.1.2 Спектрометрия

Спектрометрическое оборудование включает средства измерения световой энергии, по каждой длине волны, по всему спектральному диапазону, и процессор данных, который вычисляет трехкомпонентные значения путем умножения этого спектра с функциями согласования цветов и затем интеграции. Таким образом получаются точные результаты, при условии, что полоса пропускания устройства, сканирующего длину волны, точно контролируется и известны его характеристики усиления.

Сейчас есть два варианта спектрометрического метода. Одновременное измерение использует разделитель спектра и чувствительную ячейку, присвоенную каждой длине волны. Метод сканирования длины волны использует одну чувствительную ячейку на выходе сканирующего разделителя спектра (монохроматора).

Каждый метод даст спектральное излучение, P_i , цвета. Его следует измерять в визуальной части спектра; типичный диапазон 380 – 760 нм. Калибровка инструмента должна отслеживаться бюро стандартов. Затем выводятся трехкомпонентные значения путем умножения и интеграции, как описано выше, с использованием значений данных соответствующих функций согласования цветов, сведенных в таблицу CIE:

$$X = \int_{380}^{760} P_{\lambda} \cdot \bar{x}_{\lambda} \cdot d\lambda \quad Y = \int_{380}^{760} P_{\lambda} \cdot \bar{y}_{\lambda} \cdot d\lambda \quad Z = \int_{380}^{760} P_{\lambda} \cdot \bar{z}_{\lambda} \cdot d\lambda$$

Уравнение 1: Трехкомпонентные уравнения.

1.1.3 Трехкомпонентный измеритель

Это устройство обычно включает три светочувствительные ячейки со спектральной чувствительностью, модифицированной фильтрами для имитации функций согласования цветов (x , y , z). Таким образом, электрические выходы ячеек дают прямое показание трехкомпонентных значений (X , Y , Z) тестируемого цвета, из которых можно вычислить координаты цветности. Необходимо, чтобы чувствительность ячеек точно совпадала с функциями согласования цветов, и инструмент должен быть откалиброван путем измерения стандартного белого источника и некоторых типичных основных цветов. Эта калибровка должна отслеживаться бюро стандартов.

Преимущество трехкомпонентного измерителя в том, что он может быть небольшим ручным прибором, дающим мгновенные показания. Недостаток – в том, что его точность в некоторой степени зависит от гладкости измеряемого спектра. При гладком спектре небольшие ошибки чувствительности ячеек имеют мало значения, но при источниках света, спектр которых меняется не ровно, например, редкоземельных люминофорах и газоразрядных лампах, световая энергия может быть в форме небольшого количества узкополосных пиков в тех длинах волн, где даже мелкие ошибки фильтра могут дать неточные трехкомпонентные значения.

1.1.4 Точки измерения

Измерения проводятся в стандартных местах в области экрана, определенных в терминах высоты и ширины экрана; они показаны на Рис. 3.

В зависимости от измерения можно определить подмножество точек.

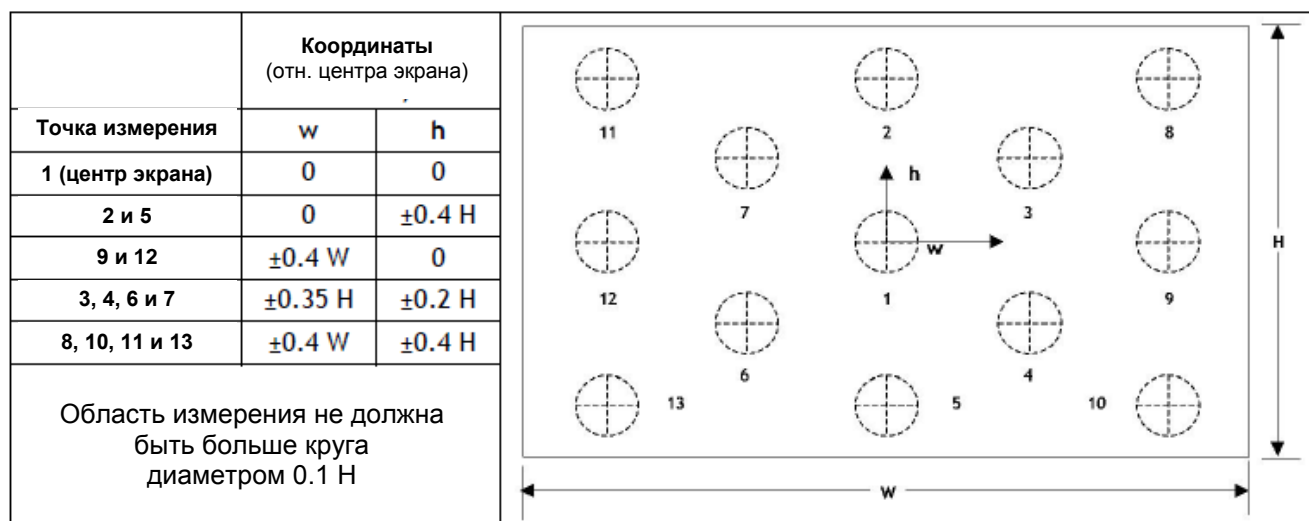


Рис. 3: Точки измерения внутри экрана.

1.1.5 Условия измерений

Для гарантии абсолютных и повторяемых измерений следует соблюдать следующие условия:

- Измерения должны проводиться в затемненном помещении (VESA FPDM2 [6] определяет яркость помещения менее 1 Lux)
- Рекомендуемая дистанция измерения – в 3-4 раза больше высоты изображения. Расстановка должна предусматривать, чтобы патч измерения прибора полностью входил в измеряемый участок дисплея.
- За исключением угла просмотра, измерения должны проводиться перпендикулярно поверхности дисплея.
- Дисплей должен быть расположен вдали от поверхностей, способных отражать свет на измерительное оборудование.
- Индикаторные лампы оборудования и т.д. должны быть закрыты от измерительного оборудования.
- Монитору надо дать прогреться 30 минут, пока он не даст серый сигнал яркостью 15 cd/m^2 .
- Монитор следует установить на пиковый белый 80 cd/m^2 и настроить на процедуры изготовителя для температуры белого цвета для D65. Должна быть видна вся область изображения (т.е. без забегания развертки).
- Уровень черного следует установить на мониторе с помощью тест-сигнала PLUGE, например, согласно ITU-R BT.814-2 [7].

- Дисплеи с электронно-лучевой трубкой подвержены влиянию магнитных полей и должны располагаться так, чтобы влияние любых магнитных полей было минимизировано.
- Дисплеи с электронно-лучевой трубкой в идеале следует размагничивать внешней катушкой. Если это невозможно, необходимо использовать внутреннюю размагничивающую катушку.
- ЭЛТ-дисплеи следует проверять на настройку чистоты, размер развертки и линейность, конвергенцию, фокус, отслеживание шкалы серого и достижимую температуру белого цвета для D65, следуя процедурам, указанным в EBU R23 [8]. Если настройка ошибочна, необходимо по возможности провести корректировку в соответствии с процедурами изготовителя.
- Во время измерений электронно-лучевые дисплеи нельзя подвергать долговременным высокоуровневым сигналам с полным возбуждением, которые могут вызвать нагрев маски и последующее искажение.

1.1.6 Меры предосторожности в измерениях

Следует соблюдать несколько мер предосторожности. Они связаны главным образом с характеристиками измерительного оборудования.

- Оптическая ось инструмента должна быть нормальной для поверхности дисплея. Небольшие отклонения, возможно, несущественны, т.к. большинство детекторов используют интегрирующие апертуры или диффузоры.
- Входная апертура инструмента должна быть полностью освещена во избежание неровного освещения датчиков.
- Для плоских дисплеев с потенциально большими вариациями светового выхода с углом просмотра можно использовать только оборудование с релейной оптикой, а не измерители, располагающиеся на поверхности экрана.
- Временные характеристики детектора должны быть линейными. Из-за разных способов, которыми различные технологии дисплеев создают уровни яркости во времени, и ограниченной области измерения, детектор может не освещаться непрерывно постоянным уровнем света. Временные характеристики и характеристики интеграции должны быть линейны, а пиковое возбуждение не должно вызывать перегрузки.
- Необходимо принять меры предосторожности во избежание эффектов вуалирующей яркости. VESA FPDM2 A101 [6] описывает это подробно, а Kelly¹ содержит много данных. Самый простой метод – маскировка области вокруг точки измерения ровной, бархатистой карточкой. Если это может повлиять на температуру поверхности экрана, препятствуя естественному охлаждению, следует использовать черный глянцевый усеченный конус 45°.

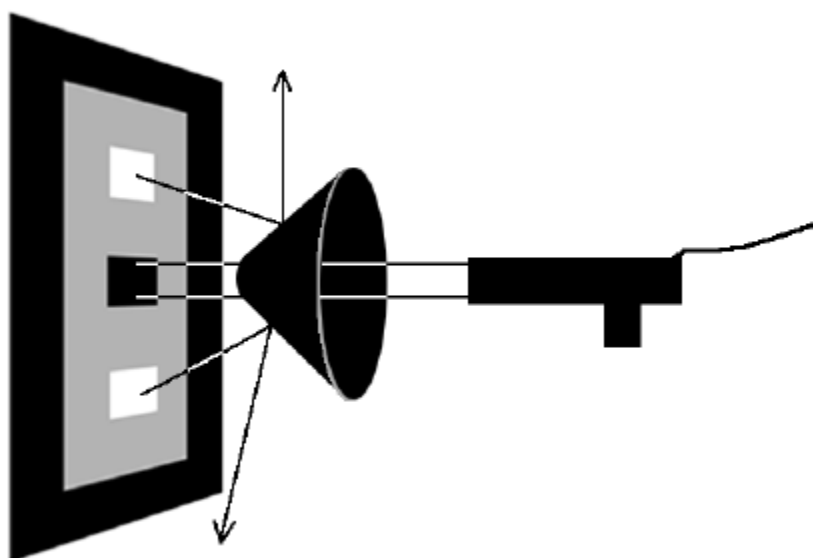


Рис. 4: Расположение измерительного инструмента и конуса во избежание вуалирующей яркости.

¹ <ftp://ftp.fpdl.nist.gov/pub/overview/NIST-Centennial.pdf>

- Паз спектрометра и постепенно нарастающая длина волны должны совпадать друг с другом. Ширина пазы определяет эффективную «ширину полосы» и форму апертуры спектрометра; они должны совпадать с нарастающей длиной волны для оптимального решения спектрального излучения. Следует проводить предварительный цикл для определения пиковой характеристики и гарантии отсутствия перегрузки.
- Следует проверить уровни шума и нулевой. Чувствительность детектора должна быть такой, чтобы уровни шума были незначительны. Лишний свет может способствовать помехам в обнаруженном сигнале. Нулевые уровни могут подвергаться воздействию электрических сдвигов и темного тока детектора; это следует предусмотреть.
- Следует проверить повторяемость измерений и применять такие меры как усреднение нескольких показаний в случае недостаточной повторяемости для требуемой точности измерения.

1.2 Тестовые шаблоны

Точка измерения	Координаты (отн. центра экрана)	
	w	h
1 (центр экрана)	0	0
2 и 5	0	$\pm 0.4 H$
9 и 12	$\pm 0.4 W$	0
Каждый патч – квадрат размером $H/7.5$ (13.35% H)		

Таблица 1: Тестовый шаблон 1, черный, белый и одновременная контрастность.

Тестовый шаблон 1 (см. Рис. 5) состоит из патча пикового уровня белого, окруженного четырьмя патчами с уровнем черного, все на фоне сигнала 50% серого. Цифровые ссылки на эти уровни определяются в преамбуле.

Тестовый шаблон 2 – такой же, как и 1, за тем исключением, что белый патч теперь 109% «сверхбелый». Шаблон должен включать текст с указанием этого.

Тестовый шаблон 3 имеет патчи во всех 13 тестовых точках, определенных на Рис. 3, на черном поле. Набор из 13 шаблонов (с 3-1 по 3-13) освещает каждый отдельный патч по очереди. Шаблон 3-black – абсолютно черное изображение. Шаблон 3-white – абсолютно белое поле (100%).

Точка измерения	Координаты (отн. центра экрана)	
	w	h
1 (центр экрана)	0	0
2 и 5	0	$\pm 0.4 H$
9 и 12	$\pm 0.4 W$	0
3, 4, 6 и 7	$\pm 0.35 H$	$\pm 0.2 H$
8, 10, 11 и 13	$\pm 0.4 W$	$\pm 0.4 H$
Каждый патч – квадрат размером $H/7.5$ (13.35% H)		

Таблица 2: Тестовый шаблон 3 и 3-1.

Тестовые шаблоны 3-1-4, 3-1-25 и 3-1-81 являются версиями 3-1, но с белым патчем, занимающим соответственно 4%, 25% и 81% области экрана.

Тестовые шаблоны с 4-2 по 4-18 аналогичны 3-1, но патчи имеют значения шкалы серого, указанные в таблице в п. 2.3.1. Шаблон 4-1 тот же, что и 3-black. Шаблон 4-19 тот же, что и 3-1. Шаблон 4-20 имеет патч 109% белого.

Тестовый шаблон 5 – ряд шаблонов на основе шаблона 3-1, но с красным, зеленым, синим и 15 тестовыми цветами EBU. Это шаблоны 5-red, 5-green, 5-blue и с 5-1 по 5-15. Определения цветов перечислены в п. 2.5.1

Тестовая последовательность 6 – прокручивающийся текст, по горизонтали (6-h) и по вертикали (6-v), со шрифтом Arial bold размером 8,12,16 и 20 пикселей высотой,двигающийся со скоростью (для 1920x1080) 200, 400, 600, 800, 1000 и 1200 пикселей/сек. Последовательности 720p и 576i должны иметь такие же размеры шрифта, но скорость прокрутки настраивается под ту же скорость движения по экрану. Текст должен быть случайным набором символов для каждого размера и скорости.

Тестовый шаблон 7 предназначен для визуальной оценки различных элементов характеристик монитора, включая четкие градации цветной каемки экрана, и характеристик фильтрации / масштабирования.

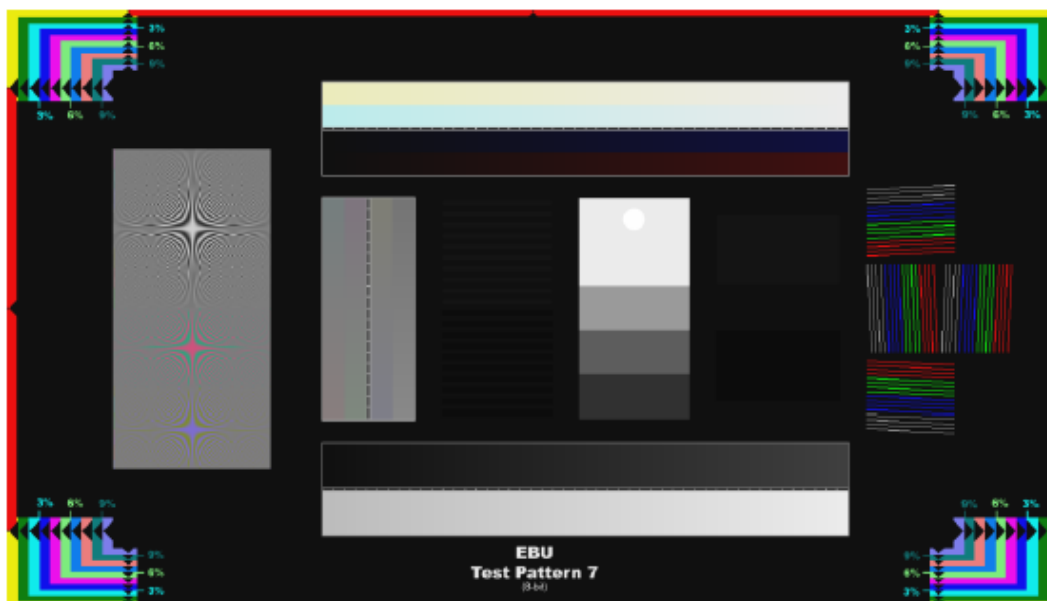


Рис. 5: Тестовый шаблон 7.

Тестовая последовательность 8 (только для чересстрочных форматов) включает подвижные зонные пластинки, предназначенные для индикации способности дисплея показывать некорректный порядок полей.

Тестовые последовательности 9-top и 9-centre дают 5-строчную вспышку в одном поле для определения задержки.

Тестовый шаблон 10 имеет светло-серый квадрат размером 1/7.5 Н в позиции 1, уровень видео 213 (8 бит) соответственно 852 (10 бит) на темно-сером фоне уровня видео 38 (8 бит) соответственно 152 (10 бит), обусловленный соответствующим фильтром канала. Шаблон 10-r – инверсия этого.

Тестовый шаблон 11 включает пилообразный сигнал яркости от субчерного до сверхбелого, с аналогичными пилообразными сигналами для каждого наложенного на него сигнала цветности.

Тестовый шаблон 12-grey – ровное поле 50% серого. Тестовый шаблон 12-burn имеет 90% серого с левой стороны экрана и 10% серого справа с мягким переходом в точке соединения.

Эти тестовые шаблоны доступны в zip-файле на сайте EBU в формате uvu 10-бит и .v210.

2. Измерения

2.1 Диапазон яркости

2.1.1 Уровень белого

Монитор устанавливается на отображение тестового шаблона 1 (Рис. 5).

Точки измерения: 1 на Рис. 3

Измерительное оборудование: Измеритель яркости

Примечание: возможны другие методы измерения, например, с трехкомпонентным измерителем или спектрорадиометрическим оборудованием.

Измерения проводятся с целью установить, что монитор может удовлетворять спецификациям EBU Tech 3320, и эти результаты изложены в следующей таблице.

2.1.2 Уровень сверхбелого

Измеряется с помощью тестового шаблона 2, определяя, что сверхбелый может корректно отображаться в вышеописанном диапазоне установок, давая требуемый диапазон уровней «пикового белого».

Результаты:

Класс		Класс 1			
Установки яркости		70 cd/m ²		100 cd/m ²	
Класс		Класс 2			
Установки яркости		70 cd/m ²		200 cd/m ²	
Класс		Класс 3			
Установки яркости		70 cd/m ²		250 или 400 cd/m ²	
Точка измерения	Номер измерения	Белый	109%	Белый	109%
		1	2	3	4
1					
Среднее					

Таблица 3: Представление результатов измерения сверхбелого.

2.1.3 Уровень черного

Используйте тестовый шаблон 1 (Рис. 5).

Уровень белого устанавливается на 80 cd/m² (кроме Класса 3, который должен быть установлен на 250 cd/m²). Уровень черного устанавливается с помощью тест-сигнала Pluge. Во время настройки следует проверить, наблюдается ли субчерный тест-сигнала Pluge. (Примечание: это считается недопустимым для монитора, служащего измерительным инструментом для электронного среза сигнала субчерного).

Точки измерения: 2, 5, 9 и 12 на Рис. 3

Измерительное оборудование: Измеритель яркости

Примечание: возможны другие методы измерения, например, с трехкомпонентным измерителем или спектрорадиометрическим оборудованием.

Результаты измерения:

Точка измерения	Номер измерения	Черный	
		1	
2		0.3333	cd/m ²
5		0.2222	cd/m ²
9		0.4444	cd/m ²
12		0.6666	cd/m ²
Среднее		0.417	cd/m ²
Измерительный инструмент		например, трехкомпонентный измеритель, среднее из 5 показаний	
Субчерный можно сделать видимым:		да	

Таблица 4: Представление результатов измерения уровня черного.

2.2 Коэффициент контрастности

Контрастность дисплея можно определить следующим образом:

$$C = \frac{L_{\max}}{L_{\min}}$$

Уравнение 2: Уравнение коэффициента контрастности.

Где L_{\max} – яркость, воспроизводимая с пиковым белым, а L_{\min} – с черным. Если предположить, что уровень черного установлен корректно, то в затемненном помещении L_{\min} может быть нулевой без сигнала, поэтому контрастность теоретически может быть бесконечной. Однако в присутствии рассеянного света, неточно установленного уровня черного или из-за ограничений технологии дисплея L_{\min} будет ненулевой, создавая широкий диапазон значений контрастности.

Ясно, что использование отдельных сигналов белого и черного для измерения L_{\max} и L_{\min} может привести к множеству разных значений контрастности, поэтому контрастность необходимо вычислять путем измерений белого и черного только в одном тесте. Полученная таким образом одновременная контрастность может содержать элемент вспышки из-за присутствия пикового белого, и результат опять-таки будет зависеть от характера тест-сигнала и установки дисплея. Однако это считается реалистичным измерением контрастности в реальных условиях просмотра для реального контента.

Условия измерений см. в 1.1

2.2.1 Одновременная контрастность

Подходящий тест-сигнал для измерения контрастности – тестовый шаблон 1. Следовательно, можно использовать измерения, сделанные в п. 2.3.

2.2.2 Полноэкранная контрастность

Подходящие тест-сигналы для измерения полноэкранной контрастности:

- Тестовый шаблон 3-1, т.е. патч пикового (100%) белого, занимающее 1% области экрана в центре черного экрана.
- Абсолютно черный экран, тестовый шаблон 3-black (с включенным телевизором и установкой как для других измерений) в темном помещении.

Следующие тестовые шаблоны (3-1-4, 3-1-25 и 3-1-81), с белым патчем, занимающим большой процент области экрана. IEC 60107-1:1997 7.1.4 [9] описывает измерение пиковой яркости (и, следовательно, контрастности) с помощью входных сигналов, отображающих разные размеры патча (1%, 4%, 25%, 81%) белой области.

Уровень черного L_{\min} должен быть средним из измерений, сделанных в четырех позициях (2, 9, 5, 12), уровень белого L_{\max} следует измерять в центральной позиции (1).

«Полноэкранная (1% патч) контрастность» определяется как отношение между яркостью экрана при отображении пикового белого в 1% области экрана и яркостью, измеренной при отображении полноэкранного черного.

Если дисплей обнаруживает спад пиковой яркости с размером белого патча, следует провести измерения контрастности 4%, 25% и 81%. «Полноэкранная (x% патч) контрастность» определяется как отношение между яркостью экрана при отображении x% области белого и при отображении полноэкранного уровня черного, измеренного в абсолютно темном помещении.

Примечание: Измерение должно проводиться в абсолютно темном помещении. Перед этими измерениями белый устанавливается на 80cd/m^2 (250cd/m^2 для мониторов 3 класса) с помощью тестового шаблона 1, а уровень черного устанавливается с помощью PLUGE.

Измерительное оборудование: Измеритель яркости

Примечание: возможны другие методы измерения, например, с трехкомпонентным измерителем или спектрорадиометрическим оборудованием.

Результаты измерения:

Точка измерения \ Номер измерения	Одновременная контрастность			Полноэкранная контрастность		
	Белый	Черный	Контраст	Белый	Черный	Контраст
	1	2	C_s	3	4	C_f
1	80.11	0.3333	192.283	83.3300	0.4000	238.086
2						
5						
9						
12						
Среднее:	80.110	0.417		83.330	0.350	
Измерительный инструмент	например, трехкомпонентный хуз, среднее из 5 показаний					

Таблица 5: Представление результатов измерения полноэкранной контрастности.

2.3 Функция электрооптической передачи (гамма)²

2.3.1 Процедура измерений

Для этого измерения необходимо корректно установить условия измерений, описанные в п. 1.1.

При измерении функции передачи необходимо измерить световой выход в полном номинальном диапазоне между черным (цифровым сигналом яркости с уровнем 64 в 10-битном цифровом представлении и 512 для цветности) и пиковым белым (цифровым сигналом яркости 940 в 10-представлении и 512 для цветности).

Входные тест-сигналы (шаблоны с 4-1 по 4-19) – это ряд тестовых патчей в измерительной позиции 1 (Рис. 3) в центре иного черного поля. Патч – квадрат размером Н/7.5 (13.35% высоты изображения, Н), имеющий уровни, расположенные между уровнями цифровой яркости 64 и 940 так, чтобы между ними был равный интервал, за исключением около черного и белого, согласно следующей таблице:

Номер измерения шкалы серого	Уровень яркости в 8-бит	Уровень яркости в 10-бит
1	16	64
2	22	86
3	35	138
4	48	190
5	61	242
6	74	294
7	87	346
8	100	398
9	113	450
10	126	502
11	139	554
12	152	606
13	165	658
14	178	710
15	191	762
16	204	814
17	217	866
18	230	918
19	235	940

Таблица 6: Значения уровней серого для 8 бит и 10 бит.

Установки яркости и контрастности монитора не должны меняться в ходе измерения.

Измерительное оборудование: Измеритель яркости

Примечание: возможны другие методы измерения, например, с трехкомпонентным измерителем или спектрорадиометрическим оборудованием.

² Функция электрооптической передачи (EOTF) часто известна в телевизионной среде как гамма дисплея, или характеристика передач и дисплея. Это разные термины одного и того же, хотя «гамма» подразумевает одно числовое значение, являющееся значительным упрощением функции.

2.3.2 Презентация результатов измерений

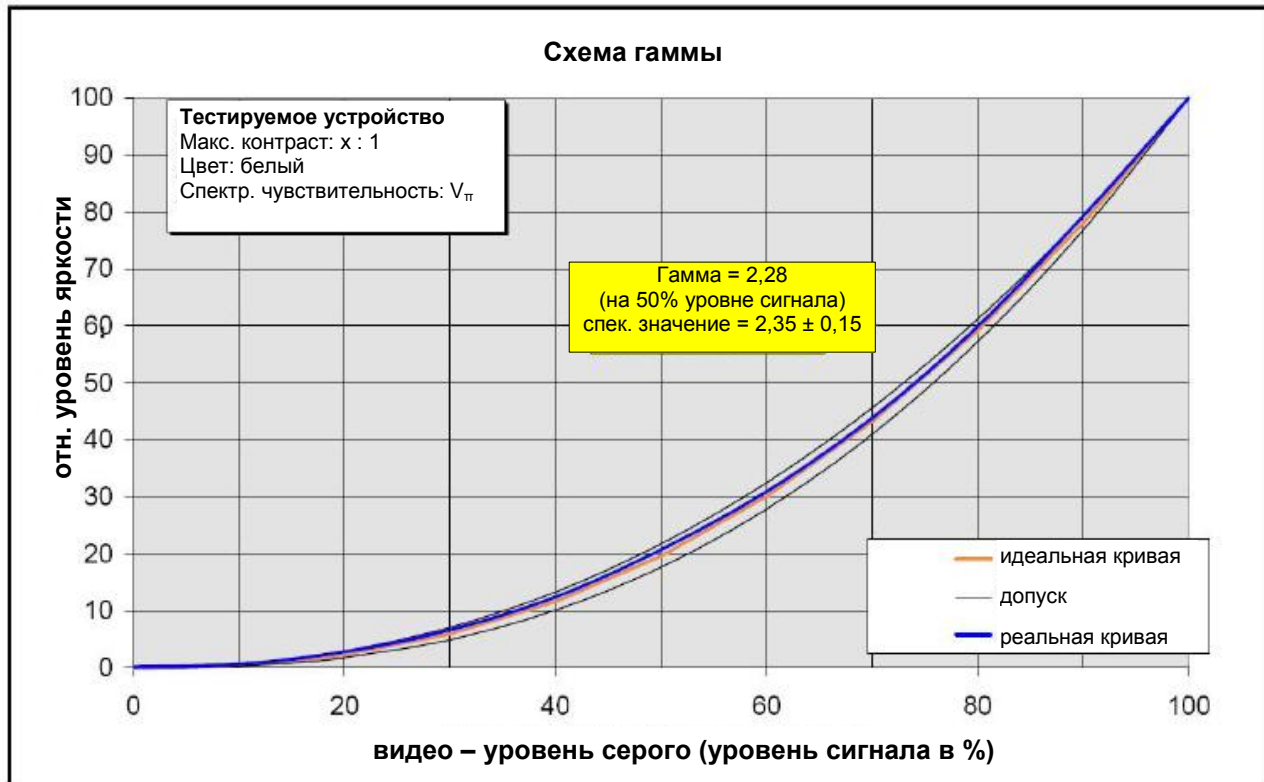


Рис. 6: Презентация гаммы – отн. уровня яркости vs шкалы серого (%).

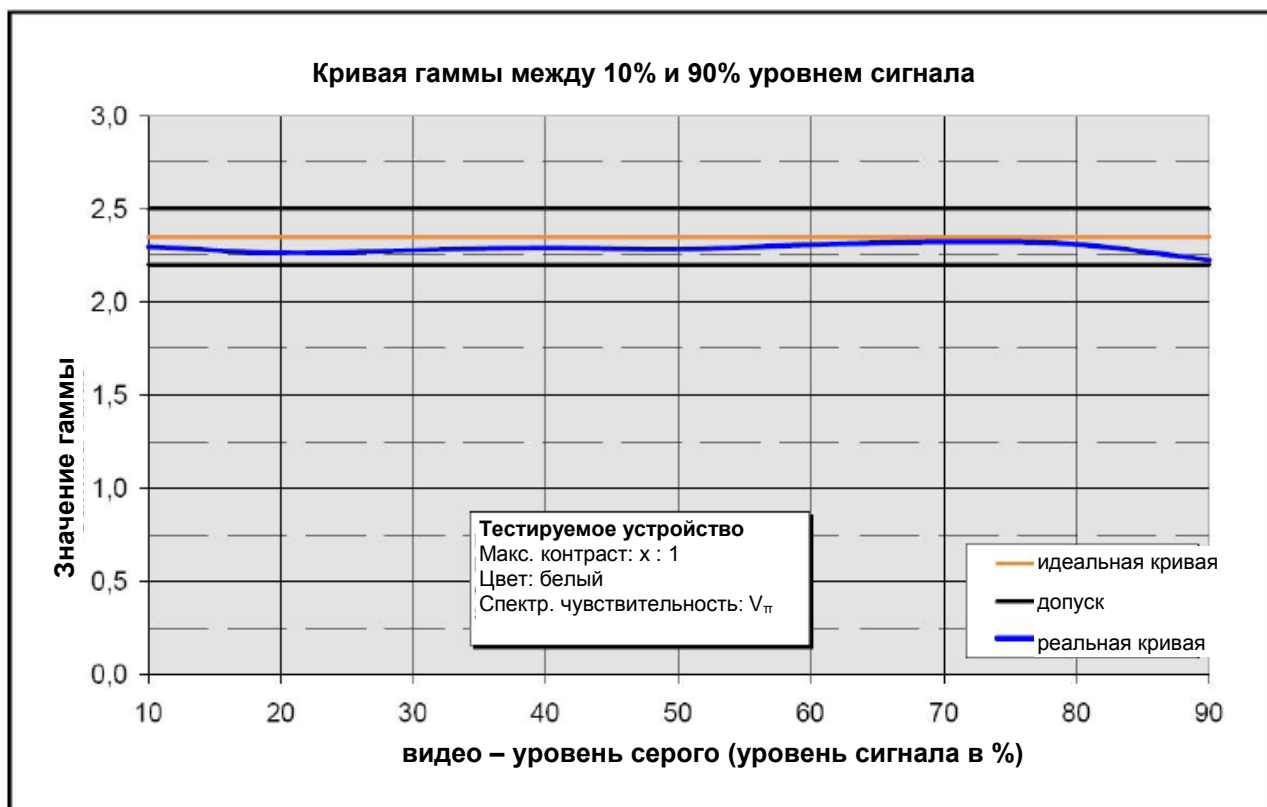


Рис. 7: Презентация гаммы – значение гаммы vs. шкалы серого (%).

Метод вычисления значений гаммы с уровнем сигнала дан в Приложении 1.

2.4 Воспроизведение шкалы серого

2.4.1 Условия измерений

Входной тест-сигнал – тестовые шаблоны с 4-2 по 4-20.

Для этого измерения необходимо корректно установить условия измерений, описанные в 1.1.

Точки измерения: 1

Измерительное оборудование: Трехкомпонентный измеритель или спектрометрическое оборудование

2.4.2 Презентация результатов измерений

Результат измерения:

“EBU-Grade 1” в красном эллипсе

“EBU-Grade 2” в фиолетовом эллипсе

“EBU-Grade 3” в синем эллипсе

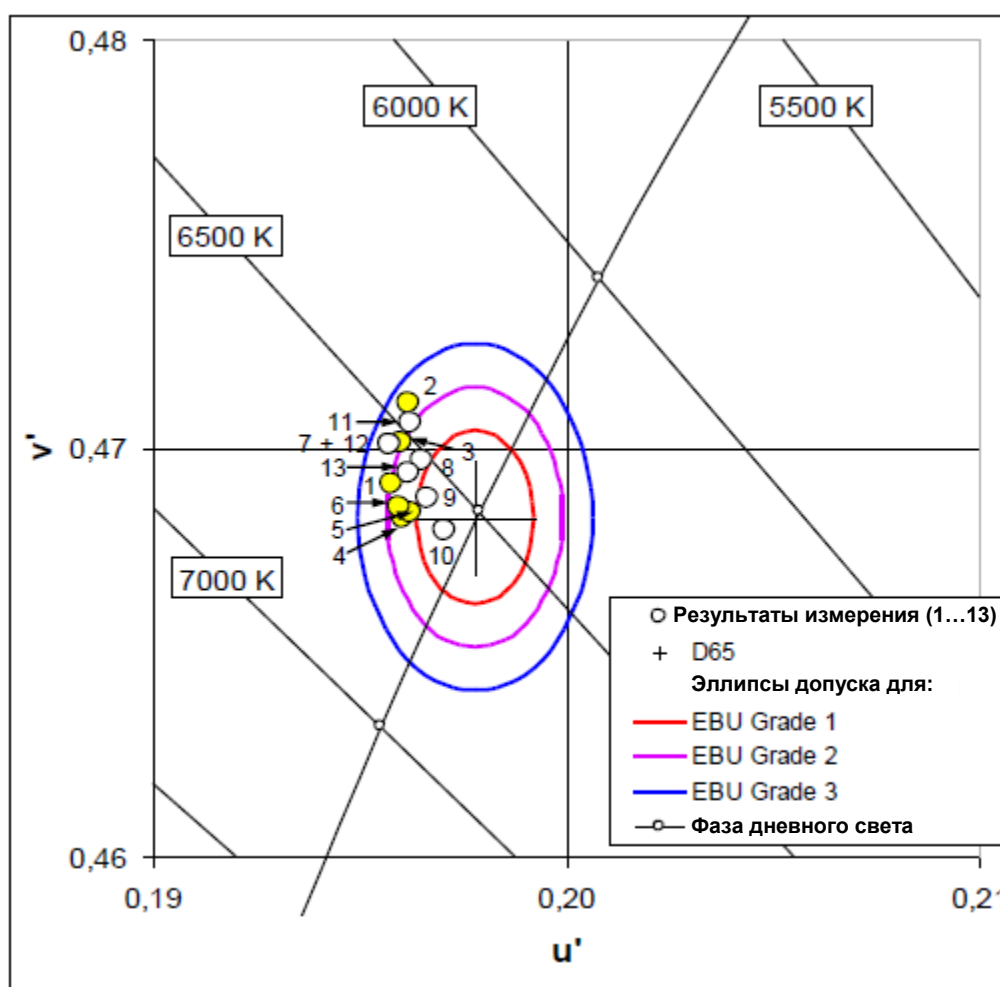


Рис. 8: Результаты измерения воспроизведения шкалы серого в эллипсах допуска.

Следующая схема может использоваться, если точки выходят за вышеуказанные пределы.

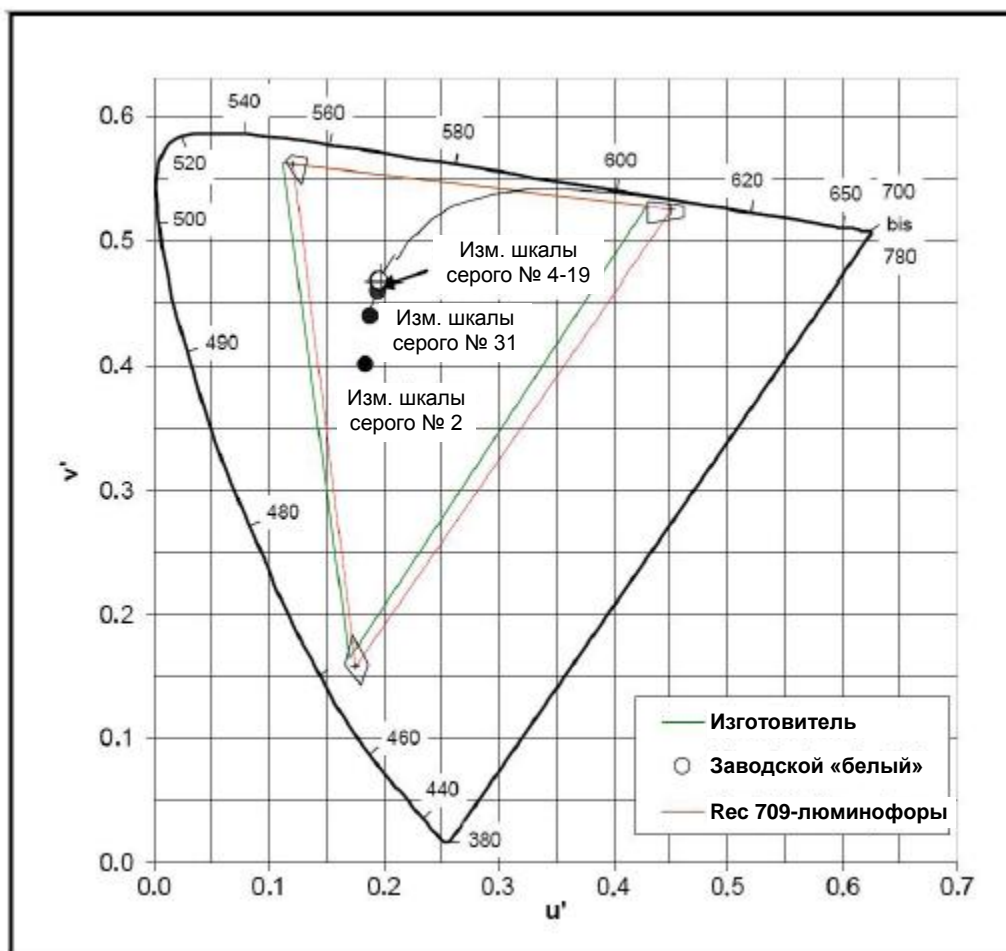


Рис. 9: Измерения шкалы серого.

2.5 Цветовая гамма и цветовоспроизведение

2.5.1 Условия измерений

Входные тест-сигналы для цветовой гаммы – тест-шаблоны 5-red, 5-green и 5-blue.

Для этого измерения необходимо корректно установить условия измерений, описанные в 1.1.

Патчи основных цветов должны быть установлены на следующие цифровые (10-битные) значения (HDSOI – Rec.709-5 часть 2 [10]), вычисленные по процедуре, установленной в ITU-R BT.1120 [11].

Примечание: ITU-R BT.1361 [12] содержит процедуру для этого 8-10-битного вычисления, но округляет в меньшую сторону, а BT.1120 округляет до ближайшего целого числа, что предпочтительно.

Основной цвет	D'_Y	D'_{CB}	D'_{CR}
Красный	250	409	960
Зеленый	691	167	105
Синий	127	960	471

Таблица 7: Значения основных цветов для измерения цветовой гаммы и цветовоспроизведения.

Набор 15 тестовых цветов EBU определен в EBU Tech 3237 и дополнении к нему [13] на основе определенных микросхем Munsell и является также полезным набором цветов для характеристики дисплея. Хотя эти тестовые цвета изначально предназначались для тестирования камер, здесь мы используем их относительно выхода дисплея.

Для измерения тестовых цветов EBU (на основе дискретных данных из EBU Tech 3237 и дополнения к нему [13] и с предположительной гаммой дисплея 2.35) патчи измерений должны быть установлены на цифровые 10-битные значения, данные в следующей таблице.

Шаблон	Описание	10-битные кодовые значения на входе монитора			Ожидаемый выход монитора		
		D' _Y	D' _{CB}	D' _{CR}	Y (%)	u'	v'
EBU 1	Темная кожа	381	470	578	9.6	0.2530	0.5015
EBU 2	Светлая кожа	636	457	599	37.7	0.2366	0.4931
EBU 3	Светло-серовато-красный	582	478	592	29.8	0.2364	0.4848
EBU 4	Светло-желто-зеленый	577	340	480	29.9	0.1807	0.5452
EBU 5	Светло-синевато-зеленый	579	544	411	29.8	0.1629	0.4552
EBU 6	Светло-фиолетовый	586	597	543	30.1	0.2087	0.4157
EBU 7	Листва	433	443	487	13.4	0.1813	0.5207
EBU 8	Средне-красный	460	465	703	19.4	0.3248	0.4974
EBU 9	Средне-зеленый	658	380	370	43.6	0.1505	0.5329
EBU 10	Средне-синий	470	639	468	17.2	0.1791	0.3706
EBU 11	Темно-красный	319	490	616	6.5	0.3046	0.4895
EBU 12	Темно-зеленый	487	422	396	19.9	0.1462	0.5321
EBU 13	Темно-синий	321	617	491	6.0	0.1825	0.3422
EBU 14	Средне-желто-красный	655	349	673	43.5	0.2726	0.5273
EBU 15	Средне-пурпурный	494	601	593	20.0	0.2349	0.4034

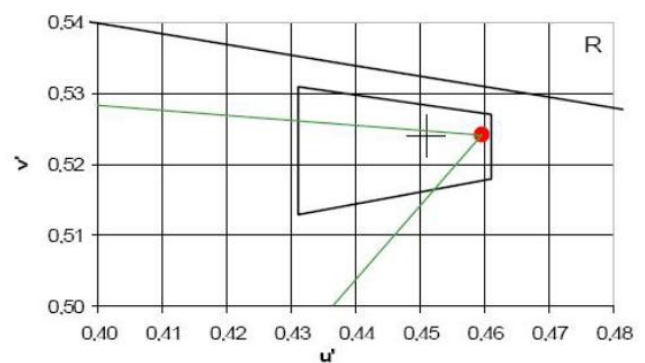
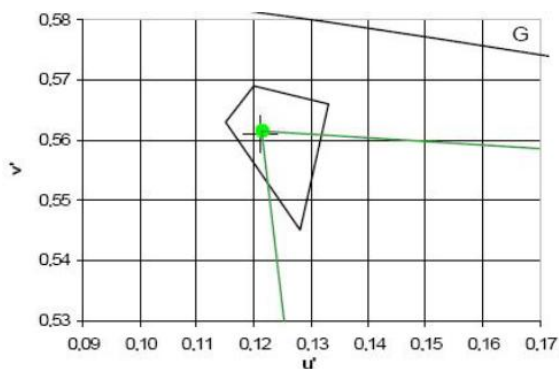
Таблица 8: Значения тестовых цветов EBU.

Поставляются как тестовые шаблоны с 5-1 по 5-15.

Точки измерения: 1

Измерительное оборудование: Трехкомпонентный измеритель или спектрометрическое оборудование

2.5.2 Презентация результатов измерений



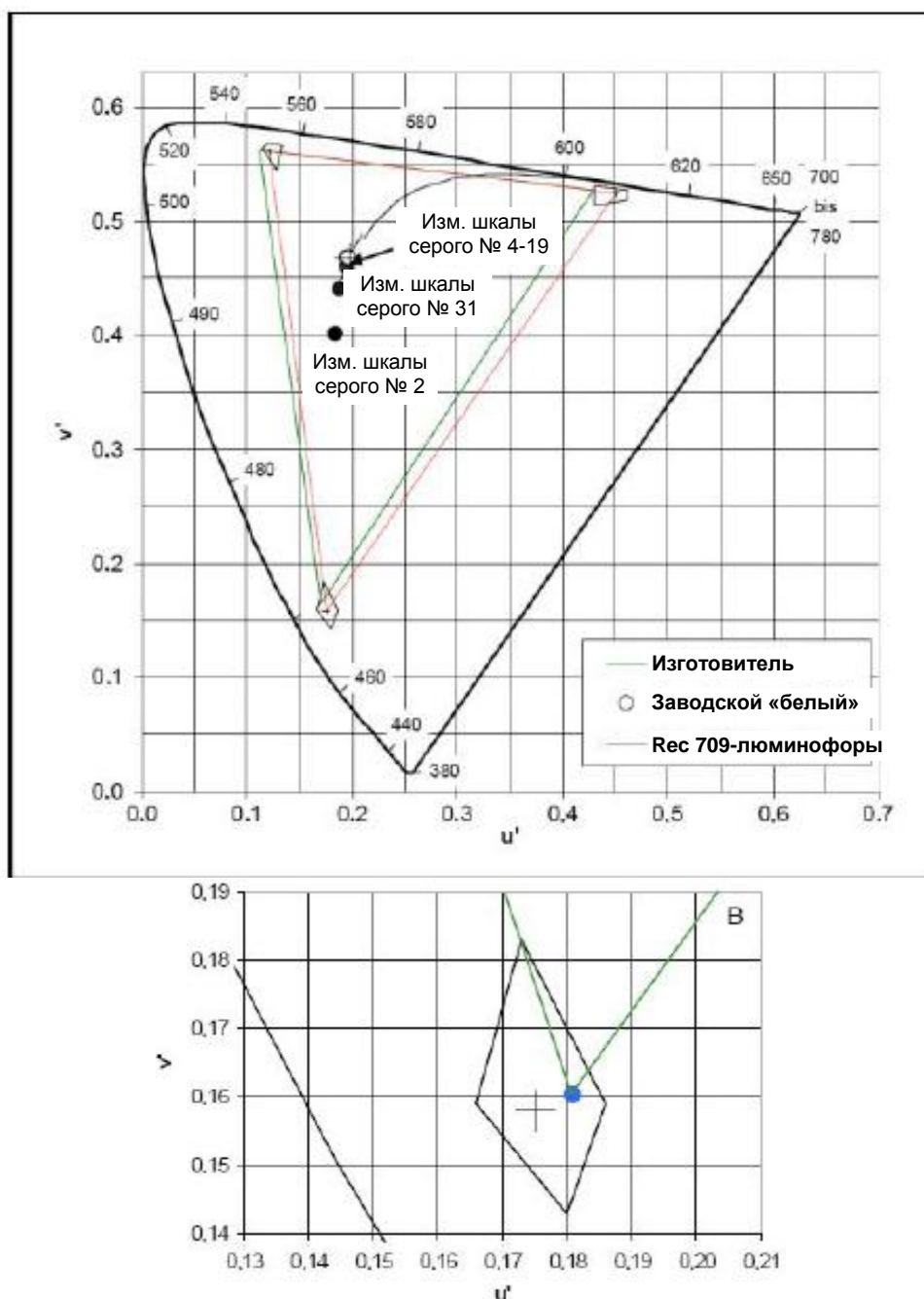


Рис. 10: Презентация результатов измерения цветовой гаммы и цветовоспроизведения.

Следующая схема может использоваться, если точки выходят за вышеуказанные пределы.

Цвет EBU	Y (%)	u'	v'	$\Delta u'$	$\Delta v'$	$\Delta Y(\%)$
1	9,6	0,2530	0,5015	0,00185	-0,00206	-0,202
2	37,7	0,2366	0,4931	0,00044	-0,00264	0,176
3	29,8	0,2364	0,4848	0,00043	-0,00265	0,159
4	29,9	0,1807	0,5452	-0,00188	-0,00164	0,112
5	29,8	0,1629	0,4552	-0,00181	-0,00254	-0,011
6	30,1	0,2087	0,4157	0,00030	-0,00174	0,004
7	13,4	0,1813	0,5207	-0,00152	-0,00169	-0,092
8	19,4	0,3248	0,4974	0,00366	-0,00257	0,031
9	43,6	0,1505	0,5329	-0,00270	-0,00301	0,257
10	17,2	0,1791	0,3706	-0,00103	-0,00311	-0,168
11	6,5	0,3046	0,4895	0,00874	-0,00227	-0,338
12	19,9	0,1462	0,5321	-0,00321	-0,00203	0,108
13	6	0,1825	0,3422	-0,00093	-0,01192	-0,324
14	43,5	0,2726	0,5273	0,00163	-0,00199	0,515
15	20	0,2349	0,4034	0,00118	-0,00292	-0,058

Таблица 9: Результаты измерений для тестовых цветов EBU

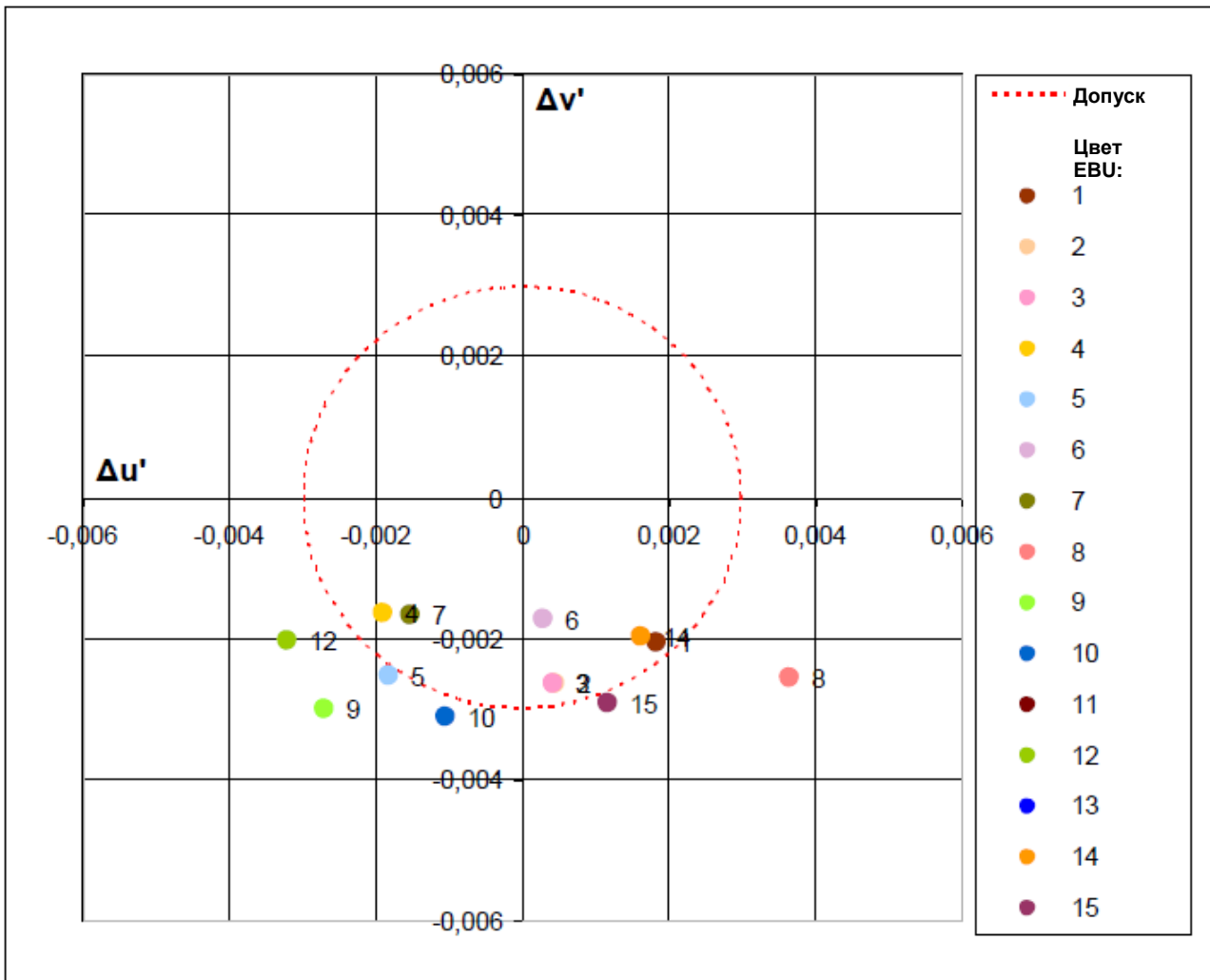


Рис. 11: Презентация результатов измерений.

Следующая схема может использоваться, если точки выходят за вышеуказанные пределы.

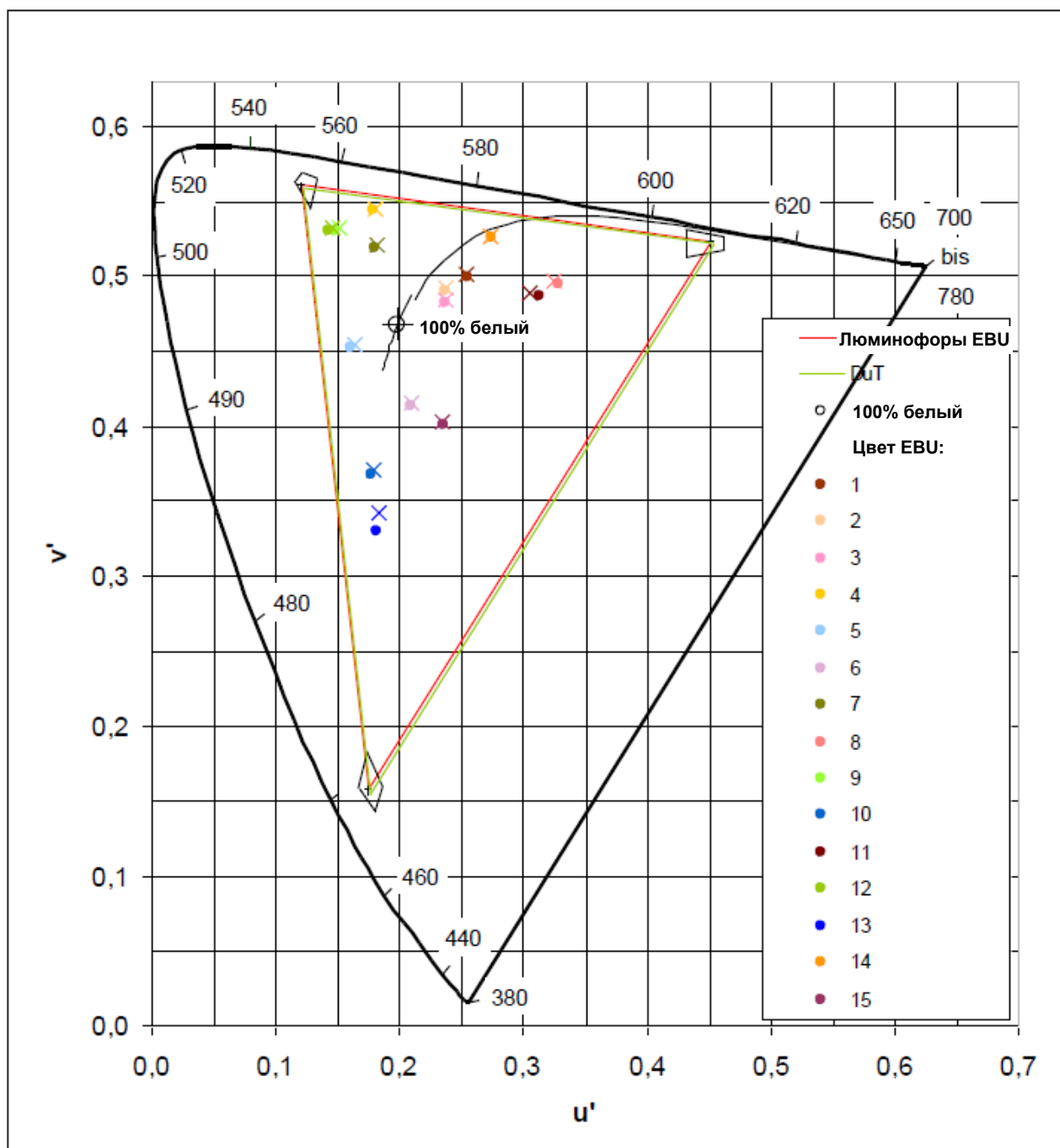


Рис. 12: 2-я презентация результатов измерений.

2.6 Цветовая температура и однородность

2.6.1 Определение однородности

Однородность определяется как равномерность светового выхода и цветности в области изображения.

2.6.2 Условия измерений – цветовая температура

Входной тест-сигнал – тестовый шаблон со 100% белым полем, например, тестовый шаблон 3-white. Если дисплей не может поддерживать адекватный выходной уровень с этим шаблоном, можно использовать тестовый шаблон 3 или с 3-1 по 3-13, где одновременно освещается только один патч. Все измерения проводятся параллельно линии, перпендикулярной центру дисплея.

Точки измерения: 1 – 13

Измерительное оборудование: Трехкомпонентный измеритель или спектрометрическое оборудование

2.6.3 Презентация результатов измерений цветовой температуры

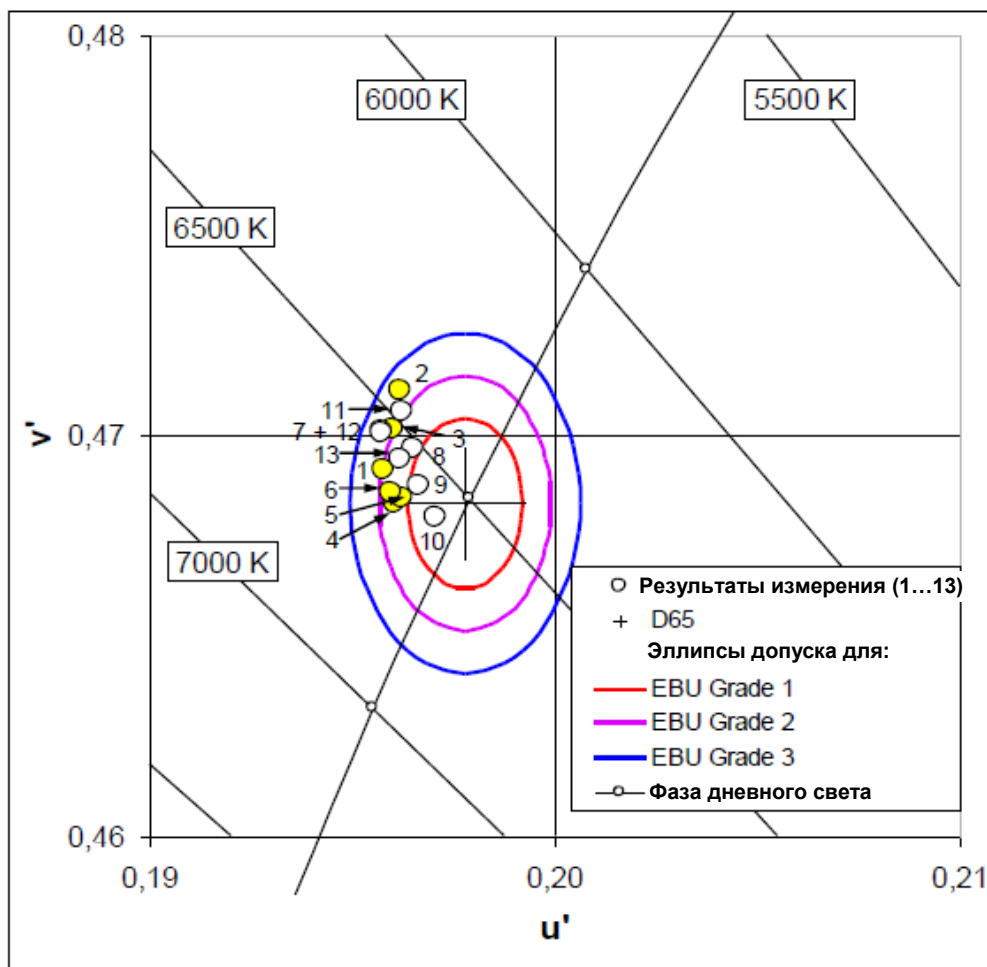


Рис. 13: Презентация результатов измерения цветовой температуры в эллипсах допуска.

2.6.4 Процедура измерений: Однородность большой области яркости

Измерения проводятся во всех 13 стандартных позициях в области экрана и могут проводиться одновременно с измерениями цветности. На дисплей должен подаваться пиковый белый видеосигнал по всему полю. Подходящий сигнал – тестовый шаблон 3-white.

Точки измерения: 1 – 13

Измерительное оборудование: Трехкомпонентный измеритель или спектрометрическое оборудование

Презентация результатов:

Яркость (Y)

Точка тестирования	cd/m ²	% от 1 точки
1	80.32	100%
2	80.32	100%
3	80.32	100%
4	80.32	100%
5	80.32	100%
6	80.32	100%
7	80.32	100%
8	80.32	100%
9	80.32	100%
10	80.32	100%
11	80.32	100%
12	80.32	100%
13	80.32	100%

Таблица 10: Презентация результатов измерений цветовой температуры.

2.7 Зависимость от угла просмотра

2.7.1 Условия измерений

Входной тест-сигнал – ряд тестовых патчей в позиции измерения 1 (Рис. 3) в центре иного черного поля. Патч – квадрат размером $H/7.5$ (13.35% высоты изображения, H), а уровень согласно следующей таблице. Можно использовать тестовые шаблоны 4-1, 4-2, 4-10 и 4-19.

Номер измерения шкалы серого	Уровень яркости в 8-бит	Уровень яркости в 10-бит
1	16	64
2	22	86
10	126	502
19	235	940

Таблица 11: Уровни шкалы серого для измерения зависимости от угла просмотра.

Измерения должны проводиться в затемненном помещении во избежание попадания любого внешнего света на датчик.

Яркость измеряется по измерениям шкалы серого номер 1 и 19. Цветность (в CIE 1976 u"v") измеряется по измерениям шкалы серого номер 2, 10 и 19.

Ряд измерений яркости производится в горизонтальном диапазоне углов просмотра от -30° до $+30^\circ$ с белым патчем (шаблон 4-19), с вертикальным наклоном 15 градусов ниже горизонтали (-15°), горизонталью (0°) и на 15 градусов выше горизонтали ($+15^\circ$).

Ряд измерений яркости проводится в горизонтальном диапазоне углов просмотра от -45° до $+45^\circ$ с белым патчем (шаблон 4-1), с вертикальным наклоном 20° , 0° и $+20^\circ$.

Ряд измерений яркости и цветности проводится в горизонтальном диапазоне углов просмотра от -45° до $+45^\circ$ с белым патчем (шаблон 4-19), с вертикальным наклоном 20° , 0° и $+20^\circ$.

Ряд измерений цветности проводится в горизонтальном диапазоне углов просмотра от -45° до $+45^\circ$ с серыми патчами (шаблон 4-2 и 4-10) с вертикальным наклоном 20° , 0° и $+20^\circ$.

Точки измерения: 1

Измерительное оборудование: Трехкомпонентный измеритель или спектрометрическое оборудование

2.7.2 Презентация результатов измерений

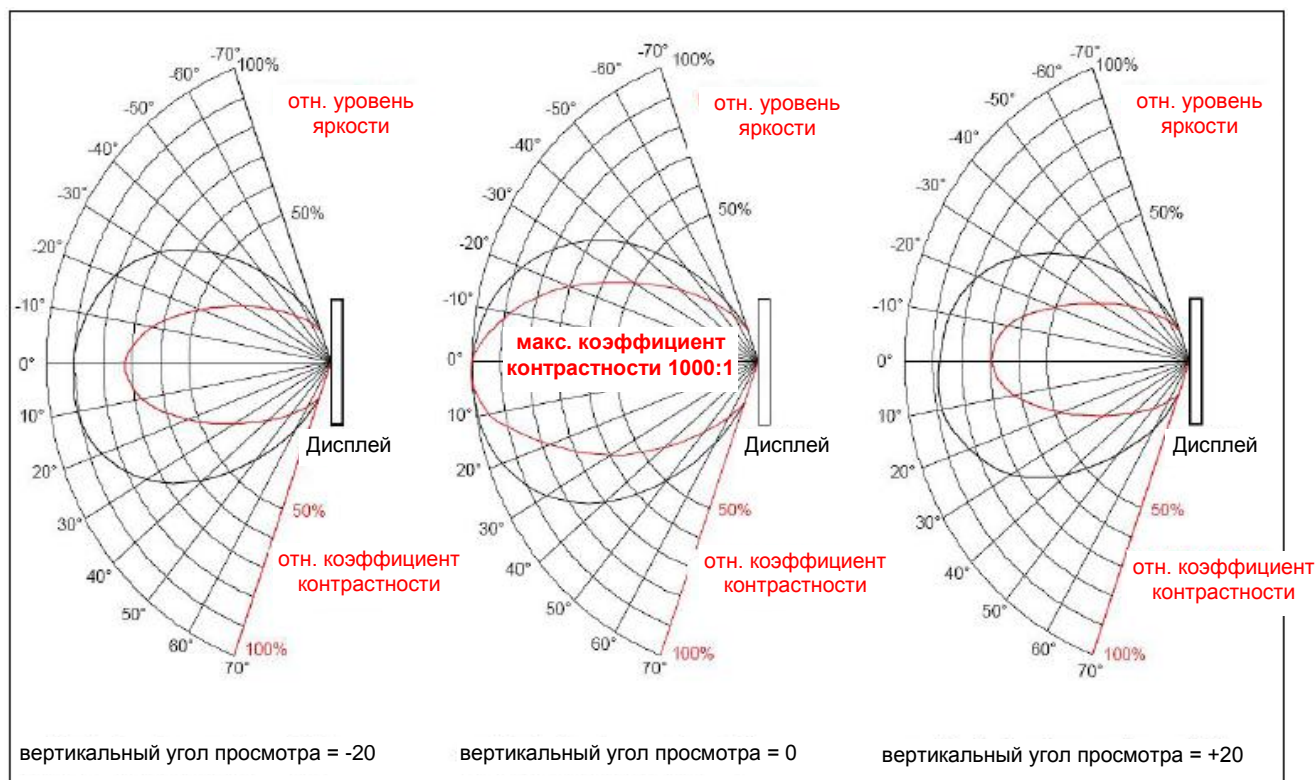


Рис. 14: Зависимость от угла просмотра.

Вышеприведенный пример – для 20°, и те же схемы используются для 15°.

Для измерений цветности результаты следует свести в таблицу и представить следующим образом.

ГОДИЗ. В °	ЯРКОСТЬ В %	вертикаль									
		-20°		-15°		0°		+15°		+20°	
		u'	v'	u'	v'	u'	v'	u'	v'	u'	v'
-50	3	0,1949	0,3935	0,1957	0,3959	0,1960	0,3972	0,1953	0,3954	0,1954	0,3973
	50	0,1970	0,4656	0,1971	0,4660	0,1978	0,4664	0,1979	0,4671	0,1976	0,4669
	100	0,1982	0,4701	0,1972	0,4698	0,1979	0,4696	0,1987	0,4699	0,1987	0,4698
-40	3	0,1949	0,3932	0,1936	0,3980	0,1961	0,3958	0,1961	0,3974	0,1964	0,3991
	50	0,1967	0,4656	0,1970	0,4665	0,1978	0,4675	0,1978	0,4684	0,1975	0,4671
	100	0,1964	0,4699	0,1976	0,4707	0,1989	0,4698	0,1974	0,4709	0,1989	0,4704
-30	3	0,1949	0,3935	0,1957	0,3959	0,1960	0,3972	0,1953	0,3954	0,1954	0,3973
	50	0,1970	0,4656	0,1971	0,4660	0,1978	0,4664	0,1979	0,4671	0,1976	0,4669
	100	0,1982	0,4701	0,1972	0,4698	0,1979	0,4696	0,1987	0,4699	0,1987	0,4698
-20	3	0,1941	0,3955	0,1945	0,3940	0,1957	0,3966	0,1947	0,3945	0,1968	0,3944
	50	0,1970	0,4654	0,1972	0,4654	0,1973	0,4660	0,1974	0,4662	0,1973	0,4661
	100	0,1981	0,4686	0,1980	0,4688	0,1978	0,4691	0,1988	0,4687	0,1975	0,4684
-10	3	0,1960	0,3916	0,1969	0,3942	0,1949	0,3925	0,1929	0,3889	0,1942	0,3921
	50	0,1969	0,4650	0,1969	0,4663	0,1972	0,4655	0,1974	0,4656	0,1971	0,4654
	100	0,1981	0,4678	0,1970	0,4684	0,1977	0,4686	0,1981	0,4691	0,1975	0,4688
0	3	0,1952	0,3918	0,1954	0,3904	0,1937	0,3963	0,1939	0,3961	0,1926	0,3991
	50	0,1972	0,4649	0,1970	0,4652	0,1970	0,4652	0,1972	0,4655	0,1969	0,4652
	100	0,1970	0,4685	0,1971	0,4694	0,1978	0,4683	0,1977	0,4681	0,1977	0,4684
10	3	0,1950	0,3862	0,1897	0,3606	0,1947	0,3926	0,1954	0,3942	0,1889	0,3723
	50	0,1971	0,4649	0,1971	0,4654	0,1968	0,4651	0,1970	0,4654	0,1967	0,4646
	100	0,1980	0,4687	0,1978	0,4678	0,1979	0,4683	0,1977	0,4687	0,1984	0,4673
20	3	0,1946	0,3943	0,1941	0,3831	0,1942	0,3931	0,1948	0,3939	0,1940	0,3928
	50	0,1970	0,4656	0,1970	0,4656	0,1970	0,4655	0,1972	0,4657	0,1966	0,4651
	100	0,1971	0,4687	0,1982	0,4691	0,1978	0,4678	0,1978	0,4689	0,1976	0,4685
30	3	0,1941	0,3937	0,1951	0,3951	0,1932	0,3948	0,1942	0,3950	0,1948	0,3951
	50	0,1970	0,4657	0,1972	0,4662	0,1972	0,4659	0,1971	0,4661	0,1967	0,4658
	100	0,1970	0,4694	0,1987	0,4686	0,1971	0,4701	0,1971	0,4700	0,1981	0,4693
40	3	0,1947	0,3946	0,1943	0,3931	0,1949	0,3980	0,1946	0,3950	0,1927	0,3873
	50	0,1969	0,4664	0,1971	0,4668	0,1970	0,4669	0,1972	0,4670	0,1967	0,4666
	100	0,1979	0,4694	0,1984	0,4688	0,1977	0,4695	0,1975	0,4704	0,1973	0,4694
50	3	0,1971	0,3984	0,1967	0,3997	0,1965	0,3965	0,1943	0,3862	0,1947	0,3922
	50	0,1970	0,4672	0,1970	0,4674	0,1970	0,4678	0,1973	0,4678	0,1969	0,4675
	100	0,1982	0,4699	0,1979	0,4709	0,1971	0,4708	0,1973	0,4716	0,1982	0,4699

Таблица 12: Презентация результатов измерения цветности в таблице.

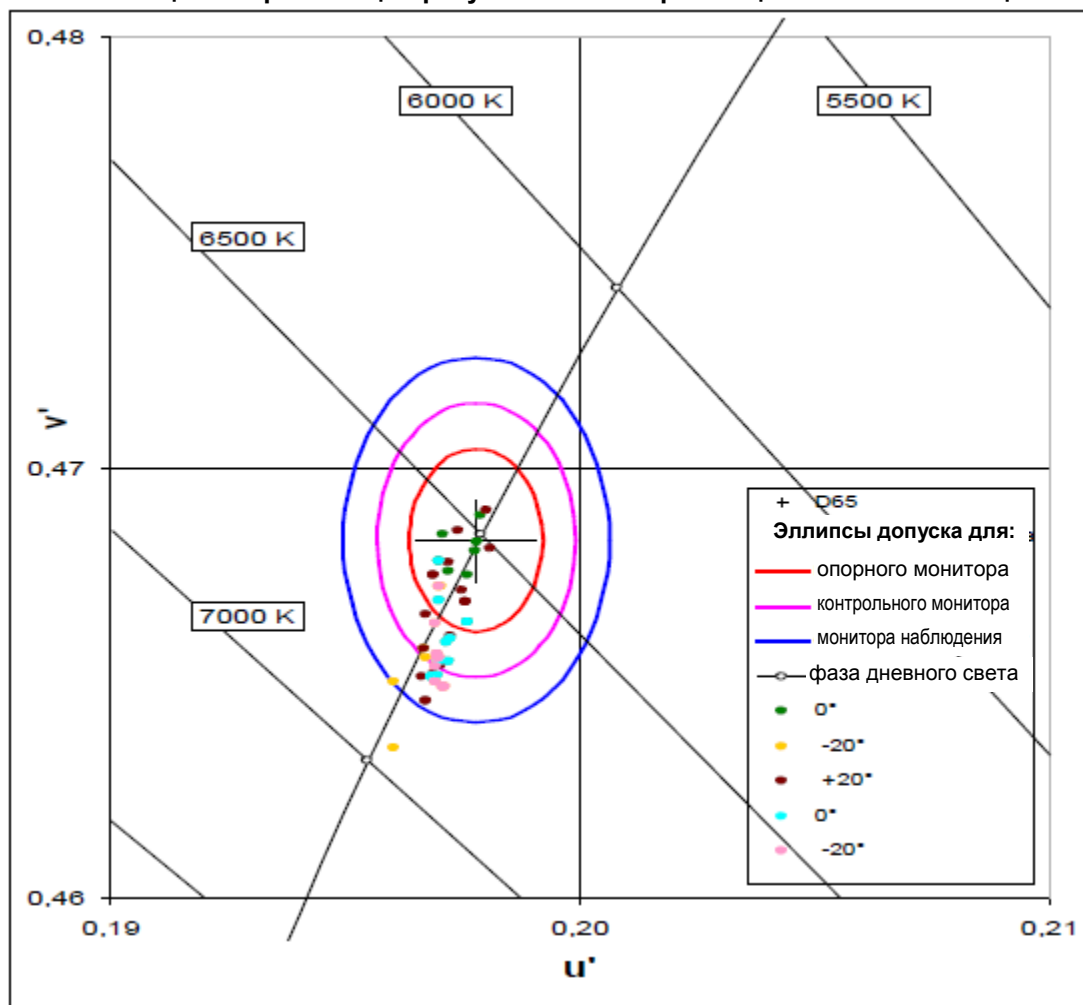


Рис. 15: Уровень серого 50%

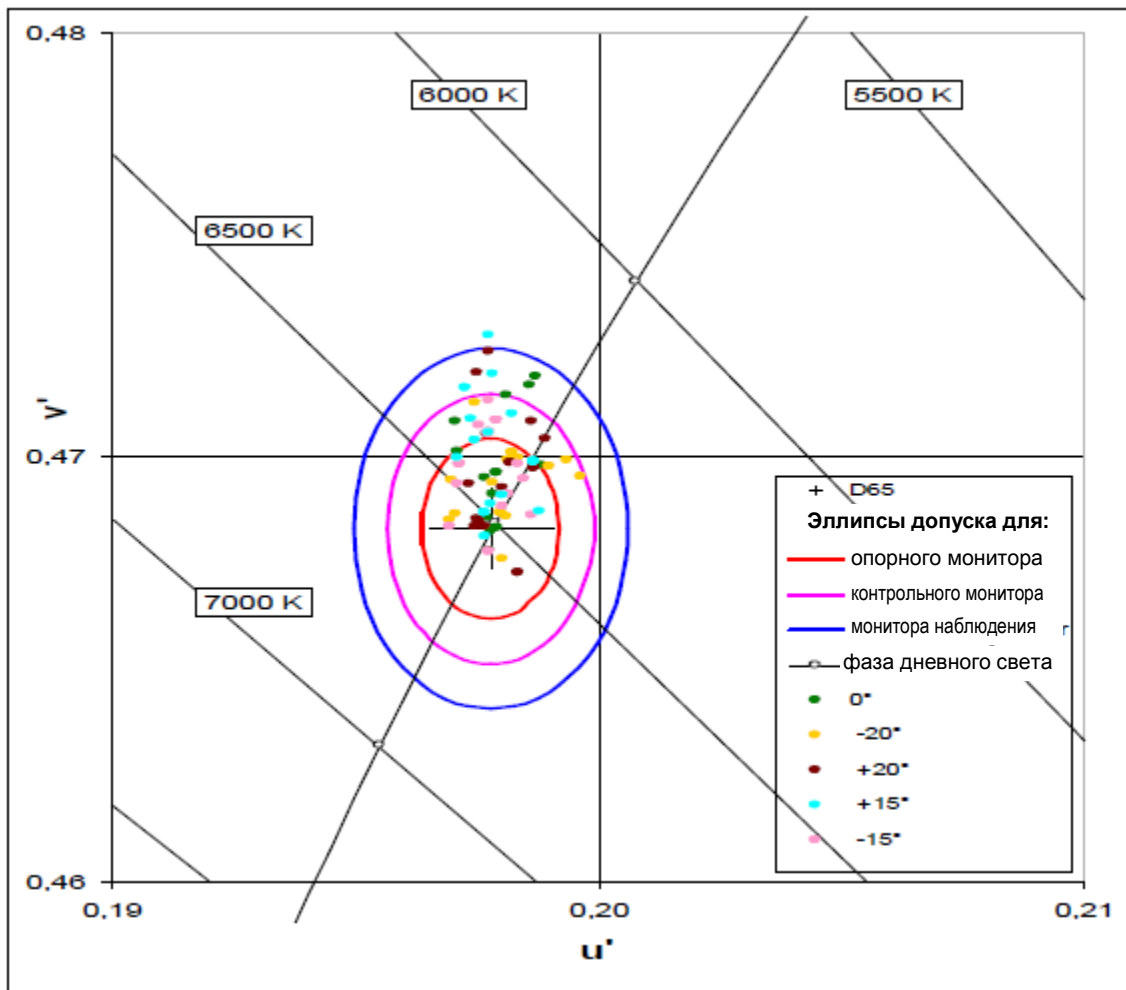


Рис. 16: Уровень серого 100%.

Следующая схема может использоваться, если точки выходят за вышеуказанные пределы.

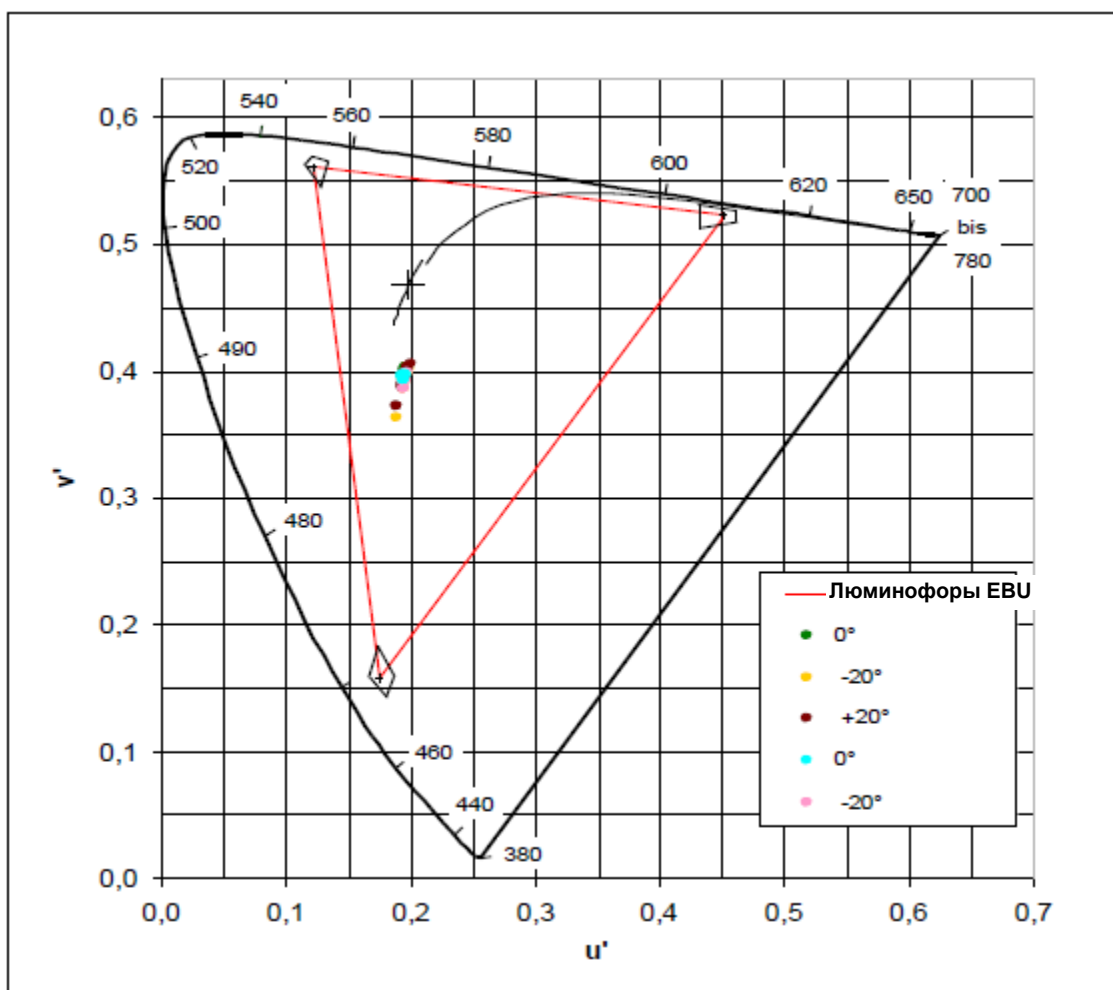


Рис. 17: Уровень серого 3%

2.8 Артефакты движения

В настоящее время (июнь 2008) метод количественного измерения артефактов движения рекомендовать нельзя. Серьезный кандидат – измерение Moving Picture Response Time (MPRT), разрабатываемое VESA для FPDM2 [6]. Над методами измерения также работает Institut fuer Rundfunktechnik.

Для визуальной проверки визуализации движения предлагается тестовая последовательность 6 с прокручивающимся текстом.

2.9 Разрешение экрана

Хотя в заводских данных должно указываться соответствие требованиям, можно провести визуальную проверку рядом тестов (например) с тестовым шаблоном 7 в версиях 720x576, 1280x720 и 1920x1080.

Презентация результатов:

Разрешение:	Заводские данные:	„X“	Подтверждение: Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/>
-------------	-------------------	-----	---

2.10 Масштабирование изображения, устранение чересстрочности и забегание развертки

Тестовый шаблон 7 также позволит визуальное подтверждение качества масштабирования, забега-ния развертки, а для прогрессивных входных сигналов HD – корректное устранение чересстрочности изображения.

Достаточный результат этого теста может быть таков, что монитор не пригоден для мониторинга сигналов со структурой пикселей, которая нормально не масштабируется в «родное» разрешение дисплея.

Тестовая последовательность 6, с прокручивающимся тестом, предлагается в качестве помощи для оценки качества устранения чересстрочности. Версии PSF (прогрессивно сегментированный кадр) предлагаются для оценки способности дисплея корректно отображать такой материал.

Для тестирования присутствия проблемы с порядком представления полей можно использовать тестовую последовательность 8, которая включает порцию со строками поля не в том порядке.

Презентация результатов (пример):

Тест-сигнал:	1920x1080i	1280x720p	720x576i
Качество масштабирования (без забегания развертки):	Выглядит немасштабированным – хорошо	Небольшая окантовка на горизонтальных краях	Плохо, много помех
Чересстрочный материал отображается нормально?	Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/>	N/A	Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/>
Режимы устранения чересстрочности: Режим отображения с короткой задержкой: нормальный режим отображения:	Есть некоторые компромиссы Хорошо	N/A	Плохо – очень размыто Хорошо
Режим кино / обнаружение psf: Режим отображения с короткой задержкой: нормальный режим отображения:	Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/> Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/>	N/A N/A	Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/> Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/>
Выявлена ли проблема с порядком представления полей?	Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/>	N/A	Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/>
Вся картинка выглядит без забегания развертки?	Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/>	Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/>	Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/>
Есть ли режим забегания развертки?	Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/>	Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/>	Да <input type="checkbox"/> , Нет <input type="checkbox"/>

Таблица 13: Презентация результатов измерения масштабирования изображения, устранения чересстрочности и забегания развертки.

2.11 Время задержки

Для измерения задержки между прибытием электрического сигнала и его появлением на экране можно использовать ряд методов. Дисплей с разверткой будет иметь иные характеристики, чем дисплей, считывающий целый кадр перед его отображением.

Для следующих измерений используются тест-сигналы 9-top и 9-centre. Они содержат пять строк пикового белого в одном поле (т.е. белую вспышку в ином черном сигнале). Переход между черным и белым происходит вверху экрана (9-top) в первом измерении и в середине центральной строки (9-centre) во втором.

Изготовители должны четко указывать время задержки относительно верхней строки экрана, поэтому задержку следует измерять в этой точке экрана:

Примечание: Заявленная задержка должна быть временем между прибытием синхронизирующего перехода в последовательном электрическом сигнале на вход монитора и моментом, когда световой выход экрана достигает 50% своего конечного значения.

Самый важный вопрос – синхронизация изображения и речи, и для ее оценки используется вторая тестовая позиция в центре экрана (по вертикали и по горизонтали).

Примечание: Заявленная задержка должна быть временем между прибытием синхронизирующего перехода в последовательном электрическом сигнале, представляющем среднюю строку изображения, на вход монитора и моментом, когда световой выход экрана достигает 50% своего конечного значения.

Любая вариация между этими двумя измерениями интересна как часть понимания характеристики задержки экрана.

Обычный метод тестирования для обнаружения светового выхода с экрана будет включать использование фотодиода, охватывающего лишь несколько строк дисплея. Временная задержка между электрическими и оптическими сигналами определяется на осциллографе. Поскольку эти задержки бывают порядка миллисекунд, подъем детектора фотодиода (порядка сотен μs) по мере поочередного освещения этих 5 строк незначителен. Все АЦП и ЦАП, входящие в тестовую установку, следует протестировать, чтобы они имели незначительную задержку или чтобы их задержку учесть.

Ниже представлена блок-схема возможной установки.

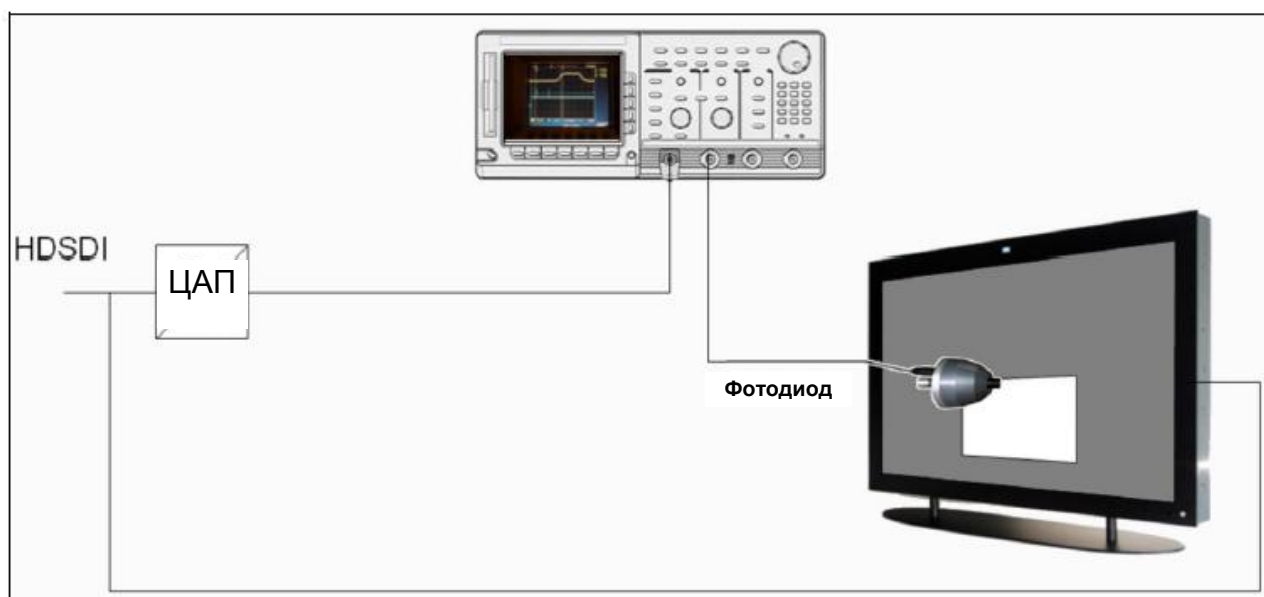


Рис. 18: Установка оборудования для измерения A/V задержки.

Презентация результатов:

Тест-сигнал:	1920x1080i/25	1280x720p/50	720x576i/25
Режим отображения с короткой задержкой:	Верх: задержка: . . .мс Центр: задержка: . . .мс	Верх: задержка: . . .мс Центр: задержка: . . .мс	Верх: задержка: . . .мс Центр: задержка: . . .мс
Нормальный режим отображения:	Верх: задержка: . . .мс Центр: задержка: . . .мс	Верх: задержка: . . .мс Центр: задержка: . . .мс	Верх: задержка: . . .мс Центр: задержка: . . .мс

Таблица 14: Представление результатов измерения задержки.

2.12 Мига (дефекты в ЖК панелях)

VESA FPDM2 [6] раздел 301-3D определяет подходящую процедуру тестирования.

2.13 Тянущееся продолжение (также известно как перелив или тень)

Следует использовать метод и формат отчета, указанные в VESA FPDM2 раздел 303-4.

2.14 Стабильность

Стабильность уровня черного, уровня белого и цветовой температуры следует измерять регулярно в первые 30 минут, а затем с интервалами за период 24 часов. Результаты по уровням черного и белого следует нормализовать до 100% и начертить в функции времени. Отклонения цветовой температуры со временем следует начертить на схеме, показанной в п. 2.6. Следует сообщить о любых отклонениях уровня черного, заметных при использовании PLUGE.

2.15 Дефекты пикселей

Следует сообщить о дефектах пикселей, классифицированных согласно ISO 13406-2 [14].

2.16 Окантовка и обработка отрицательных и положительных выбросов

Визуальная проверка на дистанции просмотра 1Н проводится с тестовым шаблоном 10. Можно дополнительно использовать инверсию этого видео шаблона (шаблон 10-r). Следует сообщить о любой заметной окантовке или положительных выбросах, сгенерированных дисплеем.

Если субчерные и сверхбелые патчи тест-сигнала (например, тестовый шаблон 7) не воспроизводятся, об этом следует сообщить, т.к. это означает, что положительные выбросы в сигнале могут быть замаскированы.

2.17 Обработка нелегальных сигналов

Гиперболические зонные пластинки, например, в тестовом шаблоне 7, дают полезную индикацию поведения дисплея в обработке частотных компонентов, выходящих за теоретические пределы канала. Чтобы проверить, как дисплей обрабатывает такие цвета, следует использовать тестовый шаблон (например, 11), включающий нелегальные цвета.

2.18 Память матрицы (долгое послеизображение)

Уровни яркости измеряются на 50% сером поле (тестовый шаблон 12-grey) в позициях измерения 9 и 12. Тестовый шаблон с 90% серым с левой стороны экрана и 10% серым справа (и с мягким переходом в соединении – тестовый шаблон 12-burn) отображается в течение 1 часа. Затем в течение 1 часа отображается 50% серое поле. По окончании этого времени измерения повторяются и результаты представляются в таблице.

Если память матрицы или выжигание дефекта становится проблемой, пользователь может, проконсультировавшись с изготовителем, назначить проведение теста типа VESA FPDM2 [6] п. 305-2.

2.19 Интерфейсы сигналов

Измерения на соответствие стандартам интерфейсов можно проводить согласно соответствующим документам по стандартам интерфейсов. Для интерфейсов SDI уместен EBU R57-1998 [15]. Тестирование на соответствие рекомендациям ITU-R BT.601 и BT.656.

2.20 Акустический шум

Используются следующие стандарты акустического шума: кривые номинального значения шума (NR), определенные Kosten и van Os [13] и стандартизированные в ныне отмененных версиях ISO 1996. Ниже приведен пример презентации результатов.

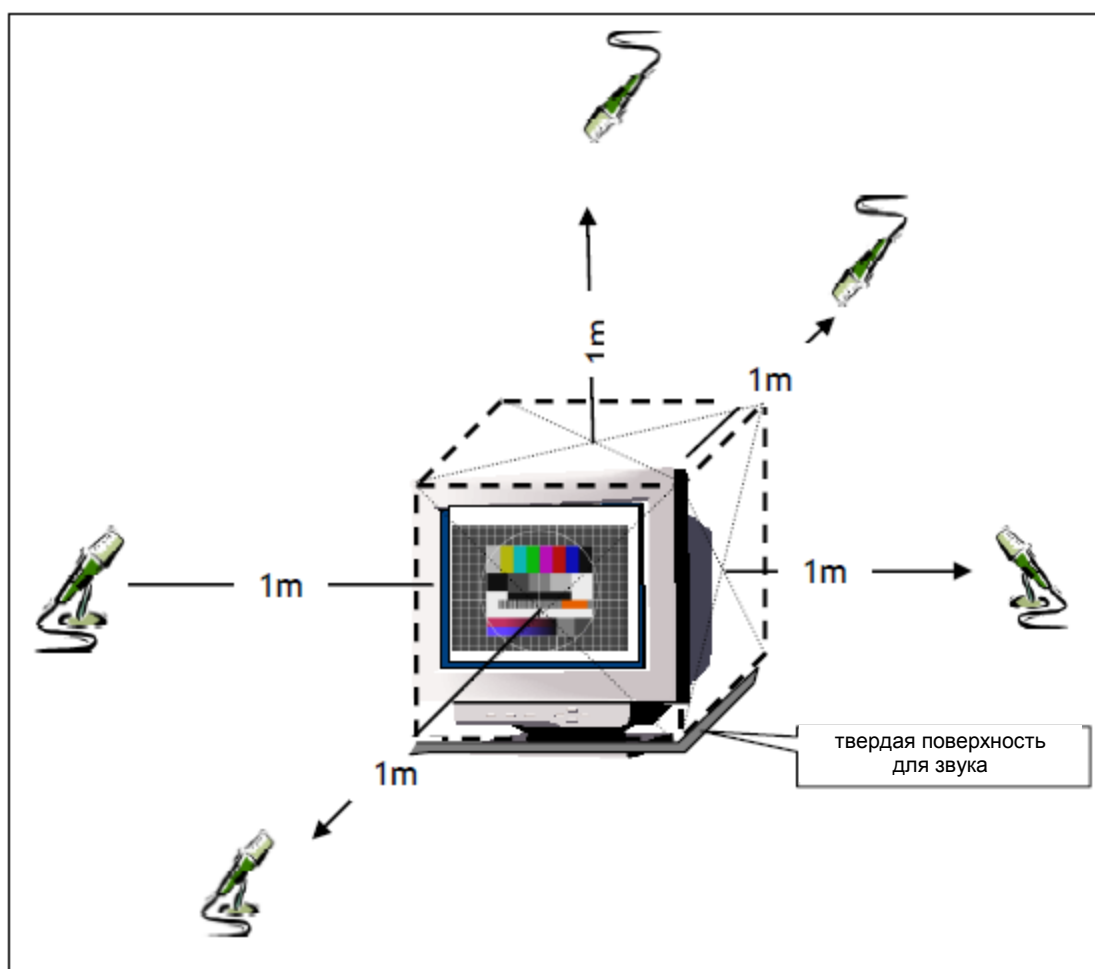


Рис. 19: Позиции измерения акустического шума.

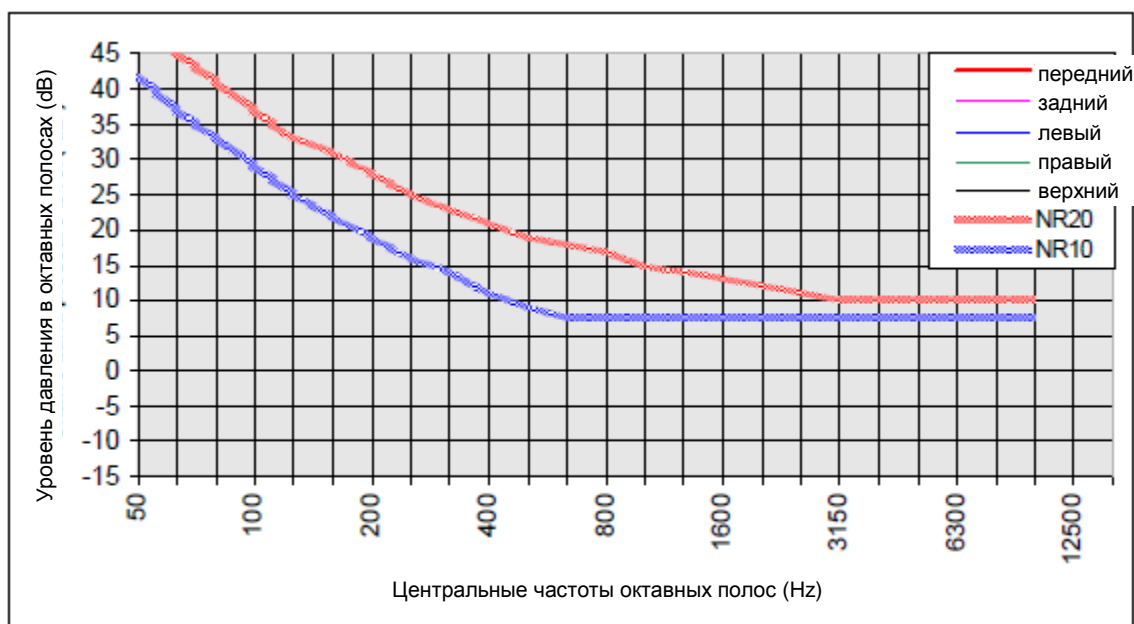


Рис. 10: Кривые номинального значения шума (NR)

ССЫЛКИ

- | | | |
|------|-------------------|--|
| [1] | EBU Tech 3213 | “EBU Standard for Chromaticity Tolerances for Studio Monitors” |
| [2] | ITU-R BT.709 | “Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange” |
| [3] | BBC RD 1995/10 | “A method for the calculation of tolerances for display primary chromaticity coordinates” – Roberts. |
| [4] | SMPTE RP 145-2004 | “Color Monitor Colorimetry” |
| [5] | ITU-R BT.815 | “Specification of a Signal for Measurement of the Contrast Ratio of Displays” |
| [6] | VESA FPDM2 | “Video Electronics Standards Association (VESA): Display Metrology Committee (DMC) I”Flat Panel Display Measurements Standard” |
| [7] | ITU-R BT.814-2 | “Specifications and Alignment Procedures for Setting of Brightness and Contrast of Displays” |
| [8] | EBU R23 | “Procedure for the operational alignment of Grade-1 colour picture monitors” |
| [9] | IEC 60107-1:1997 | “Methods of measurement on receivers for television broadcast transmission. General considerations. Measurements on displays at radio and video frequencies” |
| [10] | ITU-R BT.709-5- | “Parameter Values for the HDTV Standards for Production and International Programme Exchange” |
| [11] | ITU-R BT.1120 | “Digital interfaces for HDTV studio signals-(Question ITU-R 42/6)” |
| [12] | ITU-R BT.1361 | “Worldwide Unified Colorimetry and Related Characteristics of Future Television and Imaging Systems” |
| [13] | EBU Tech 3237 | “Methods of measurement of the colorimetric fidelity of television cameras” |
| [14] | ISO 13406-2 | “Ergonomic requirements for work with visual displays based on flat panels – Part 2: Ergonomic requirements for flat panel displays” |
| [15] | EBU R57-1998 | “Testing for conformity with ITU-R Recs BT.601 and BT.656” |
| [16] | Kosten and van Os | “Community reaction criteria for external noises,” National Physical Laboratory Symposium, № 12, 1962, стр. 377, London H.M.S.O. |

Приложение 1: Процедуры вычисления гаммы

Для яркости Y или R,G,B –гамма (γ):

Для 8-битных систем

$$\gamma_N = \frac{\log \left[\frac{(L_N - L_{MIN})}{L_{MAX}} \right]}{\log \left[\frac{(Y_{IN} - 16)}{(235 - 16)} \right]}$$

Уравнение 3: уравнение гаммы для 8-битных систем.

Для 10-битных систем

$$\gamma_N = \frac{\log \left[\frac{(L_N - L_{MIN})}{L_{MAX}} \right]}{\log \left[\frac{(Y_{IN} - 64)}{(940 - 64)} \right]}$$

Уравнение 4: уравнение гаммы для 10-битных систем.

Y_{IN} = уровень входного сигнала для 8-битных (с 16 по 235) или 10-битных (с 64 по 940) систем.

L_N = выборки измерения яркость или R,G,B (в cd/m^2) для уровня серого $N = \{10\%, 20\%, \dots, 90\%\}$.

L_{Max} = измеренная яркость или R,G,B со входным сигналом $Y_{235/940}$ в cd/m^2

Приложение 2: Процедуры вычисления цветности

Координаты цветности в пространстве цветов CIE 1931 можно получить для каждого основного цвета из трехкомпонентных значений:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z} \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

Уравнение 5: Уравнения трехкомпонентных значений.

Третья координата, z не нужна, т.к. $x + y + z = 1$. В целях телевидения более целесообразно использовать координаты в пространстве цветов CIE 1976, выведенные либо путем преобразования из x и y , либо более непосредственно, из трехкомпонентных значений:

$$u' = \frac{4x}{-2x+12y+3} = \frac{4X}{X+15Y+3Z} \quad v' = \frac{9y}{-2x+12y+3} = \frac{9Y}{X+15Y+3Z}$$

Уравнение 6: Уравнения выведения координат пространства цветов CIE 1976 на основе трехкомпонентных значений.

Координаты u' и v' можно начертить прямо на схеме цветности, как показано на Рис. 7, и представить результаты, как показано в главе 3.

Три четырехугольника, изображенные в CIE 1976 u' и v' (Рис. 7), определяют допуски для каждого из трех основных цветов. Точные координаты каждого угла четырехугольников допуска указаны в таблице внизу Рис. 7.

Для вычисления ошибок цветовоспроизведения и презентации результатов однородности белого следует также преобразовать эти координаты в единицы CIE Luv. Эта система предпочтительна, т.к. ближе соотносит объективные измерения с субъективным опытом. Единицы следующие:

$$L^* = 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16$$

$$u^* = 13L^*(u' - u'_0) \quad v^* = 13L^*(v' - v'_0)$$

Уравнение 7: Уравнения единиц CIE Luv.

где:

$$Y_0 = 1,$$

$$u'_0 = 0.1978,$$

$$v'_0 = 0.4683$$

это значения для белой точки телевизионной системы, D65.

Можно вывести следующее значение C^* , это коррелят субъективной цветности; аналогично телевизионной насыщенности:

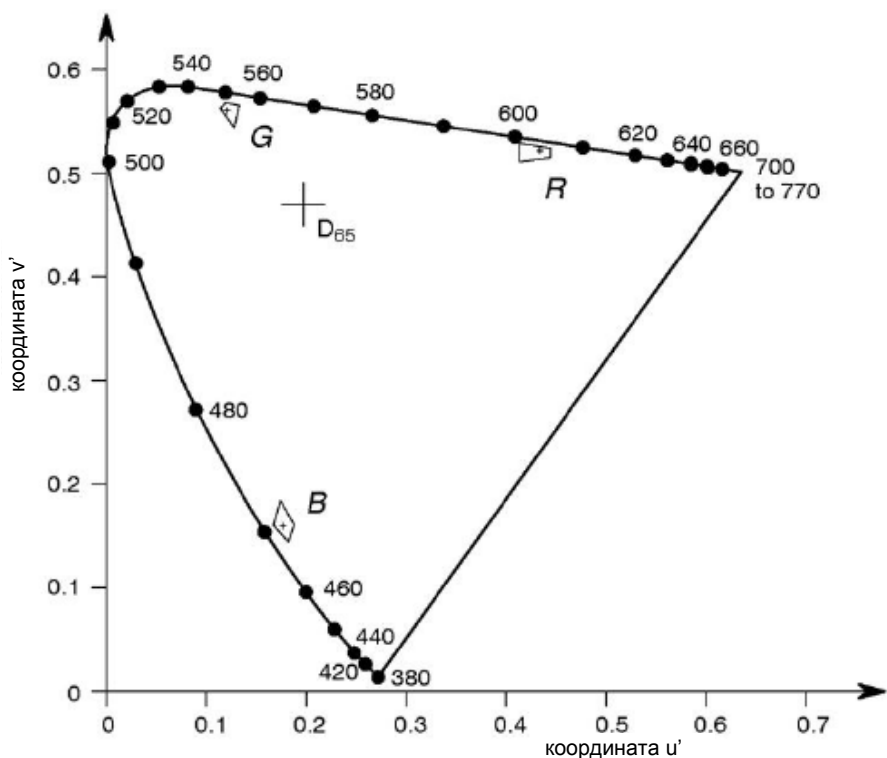
$$C^* = \sqrt{u^{*2} + v^{*2} \cdot 1/2}$$

Уравнение 8: Уравнение коррелята цветности.

Результаты следует давать в единицах разности, например:

$$\Delta L^* = L^*_d - L^*_s$$

Уравнение 9: Разность единиц.



Основной цвет	Координаты	
	u'	v'
Красный	0.451	0.524
Зеленый	0.121	0.561
Синий	0.175	0.158
D_{65}	0.1978	0.4683

Основной цвет	Координаты углов четырехугольников допуска							
	u'_1	v'_1	u'_2	v'_2	u'_3	v'_3	u'_4	v'_4
Красный	0.461	0.527	0.461	0.518	0.431	0.513	0.431	0.531
Зеленый	0.113	0.566	0.128	0.545	0.115	0.563	0.120	0.569
Синий	0.186	0.159	0.180	0.143	0.166	0.159	0.173	0.183

Рис. 20: Предопределенные допуски цветности для стандартизированных основных цветов.